
RAPPORT

Reguleringsplan Ramnes og Ramsund

OPPDRAAGSGIVER

Forsvarsbygg

EMNE

Spredningsmodellering ifm. mudring og
fylling i sjø

DATO / REVISJON: 29. august 2025 / 00

DOKUMENTKODE: 10250048-01-RIMT-RAP-003



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.



RAPPORT

OPPDRAG	10250048-01 Rammeavtale R01020-100759-A045 – Reguleringsplan Ramsund	DOKUMENTKODE	10250048-01-RIMT-RAP-003
EMNE	Spredningsmodellering ifm. mudring og fylling i sjø	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Forsvarsbygg	OPPDRAGSLEDER	Trude Skogesdal
KONTAKTPERSON	Bernt Stensaker	UTARBEIDET AV	Hans Kristian Djuve/Sindre Fritzner
		ANSVARLIG ENHET	Marin Teknikk

SAMMENDRAG

Forsvarsbygg planlegger utbygging ved Ramnes og Ramsund i flere faser, hvor fem aktuelle tiltaksområder er definert. For å simulere spredningen av sedimenter fra arbeidet i disse områdene er det satt opp en hydrodynamisk 3-dimensjonal strømmodell med oppløsning ned til 12 meter rundt tiltaksområdene. En måned er modellert, og scenarioer med dumping (modellert for alle fem områdene) og mudring (modellert for to av områdene) er modellert hver for seg. Basert på resultatene fra modellen er områdene som varig påvirkes av sedimenterte masser på bunn relativt begrenset, og det sedimenteres lite utover de definerte bygg-grensene under vann. Modellresultatene viser at dumping av sprengstein forventes å gi betydelig mer partikkelspredning enn ved mudring.

De estimerte mengdene som ligger til grunn innen hvert tiltaksområde er å anses som meget konservative, det er lagt til grunn en maksimal utnyttelse av hele bygg-grensen under vann med dumping for tørrlagging av alt areal innenfor disse bygg-grensene.

Ved spredning av turbide vannmasser vil de høyeste konsentrasjonene hovedsakelig forekomme langs østkysten av Ramsundet, nord og sør for tiltakene. Et unntak er tiltaket ved Ramsund, hvor betydelige konsentrasjoner kan spre seg helt nord i sundet i løpet av anleggsfasen. For de øvrige fire tiltakene vil det kun forekomme periodevis forhøyede konsentrasjoner nordover i sundet, samt rundt Ramnesodden i sør og litt østover i vikene, spesielt ved spredning fra det sørligste tiltaksområdet (Ramneskaia).

Ramsundet har generelt god vannutskiftning, men det finnes indikasjoner på lokal opphopning av masser, for eksempel i Breivika. Dette bør undersøkes nærmere dersom dumpearbeidet skal pågå over flere lengre tid, som kan bli tilfelle ved Biskaia og Ramsund.

00	29.08.2025	Rev 0 av rapport om spredningsmodellering Ramnes og Ramsund	Hans Kristian Djuve/ Sindre Fritzner	Martin Arntsen	Idun Bodsberg
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

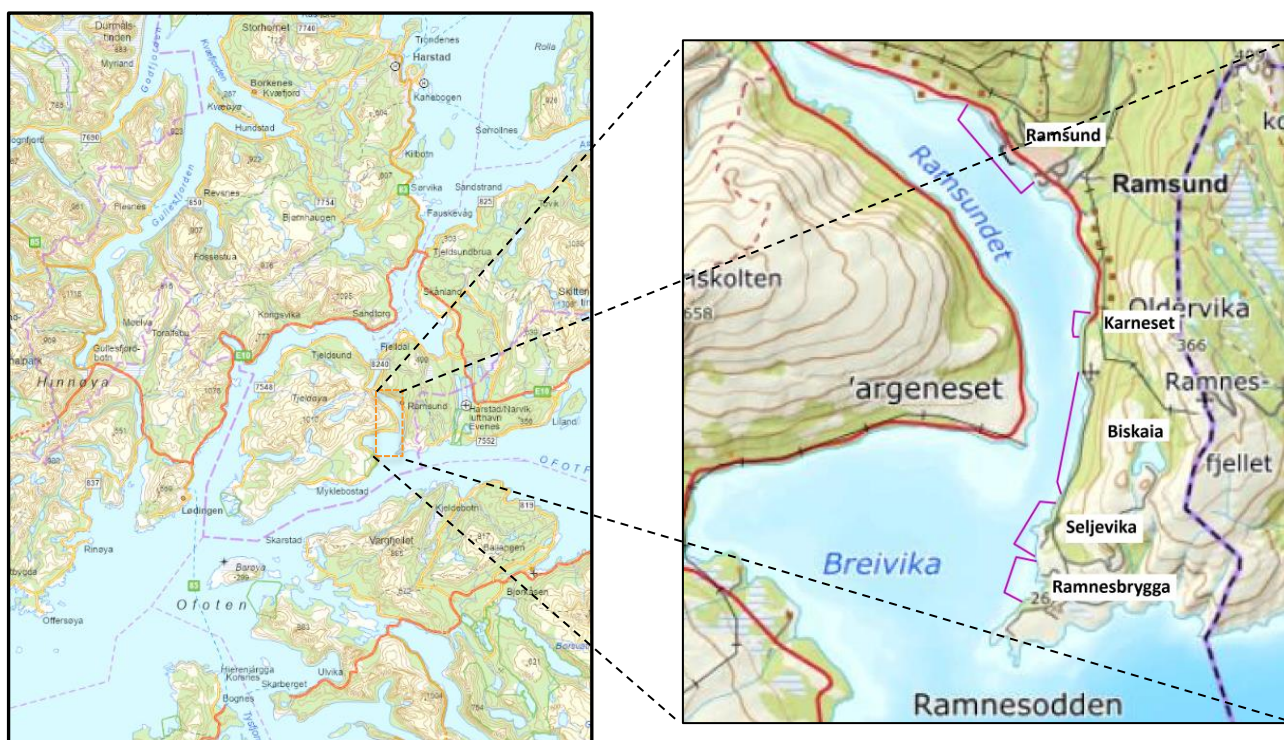
1	Bakgrunn	5
2	Tiltaksbeskrivelse	5
2.1	Metode	6
2.2	Hydrodynamisk modell	6
2.2.1	Domene, rutenett og oppsett	6
2.2.2	Grensebetingelser	7
2.3	Spredningsmodellering	8
2.3.1	Modelloppsett	8
2.3.2	Kornfordeling og synkehastigheter	8
2.3.3	Scenario for spredning	11
3	Resultater	14
3.1	Strømbildet	14
3.2	Spredningsmønster – Sedimentert materiale	17
3.3	Spredningsmønster – suspendert materiale	19
3.3.1	Suspendert sediment for Karneset	19
3.3.2	Suspendert sediment for Biskaia	22
3.3.3	Suspendert sediment for Seljevika	24
3.3.4	Suspendert sediment for Ramnesbrygga	25
3.3.5	Suspendert sediment ved Ramsund orlogsstasjon	27
4	Diskusjon	28
5	Konklusjon	29
6	Referanser	30
	Appendiks A Validering	31
	Appendiks B Konsentrasjon av suspendert sediment for hvert tiltaksområde	37

1 Bakgrunn

Multiconsult er engasjert av Forsvarsbygg for å utrede konsekvens på naturmangfold av flere mulige utbygginger i sjø ved Ramnes og Ramsund de kommende årene. Dette innebærer vurderinger basert på strømmålinger, miljøprøver av sjøbunns sediment og kartlagt naturmangfold i sjø og på land. I denne rapporten dokumenteres modellert spredning av partikler fra både mudring av løsmasser og dumping av sprengmasser i foreslåtte etableringsområder. Disse vurderingene inngår i grunnlaget for 2 reguleringsplaner, en ved Ramnes (Multiconsult, 2025a) og en ved Ramsund orlogsstasjon (Multiconsult, 2025b).

2 Tiltaksbeskrivelse

Forsvaret skal ekspandere i Ramsundet, og i den forbindelse ønskes en godkjent tiltaksplan for varierende grad av utbygning av 4 områder ved Ramnes og 1 område ved Ramsund. Fra nord til sør er det 5 tiltaksområder Ramsund, Karneset, Biskaia, Seljevika og Ramnesbrygga, som vist i Figur 2-1. Akkurat hvilket tiltak som kommer til å bli gjennomført og deres endelig utforming innenfor hvert av de 5 områdene er ikke avklart, men det er satt en ytre geografisk grense innenfor hvert av områdene for byggegrense under vann. Mer informasjon om hvert enkelt tiltak kan finnes i de to tilhørende konsekvensutredningene (Multiconsult, 2025a-b).



Figur 2-1: Plantegning over tiltak Ramnes/Ramsund. Til høyre er tiltaksområdene navnsatt og byggegrensen for hvert tiltaksområde er markert med rosa. Kilde: Kartverket.

2.1 Metode

For å vurdere spredning av partikler fra mudring og deponering er det satt opp en 3-dimensjonal-strømmodell i kombinasjon med en spredningsmodell. Dette gir grunnlag for å beskrive forventet spredningsmønster for partikler som kommer i suspensjon i vannsøyla under mudring og deponering. Spredningsmodellen gir et estimat på forventet sedimentasjonsrate på bunn, forhøyet partikkelkonsentrasjon i vannsøyla i og utenfor tiltaksområdet under anleggsgjennomføring og totalt akkumulert masse på sjøbunn etter endt gjennomføring.

I følgende delkapitler beskrives grunnlagsdata, den hydrodynamiske modellen med grensebetingelser samt input og oppsett av spredningsmodellen

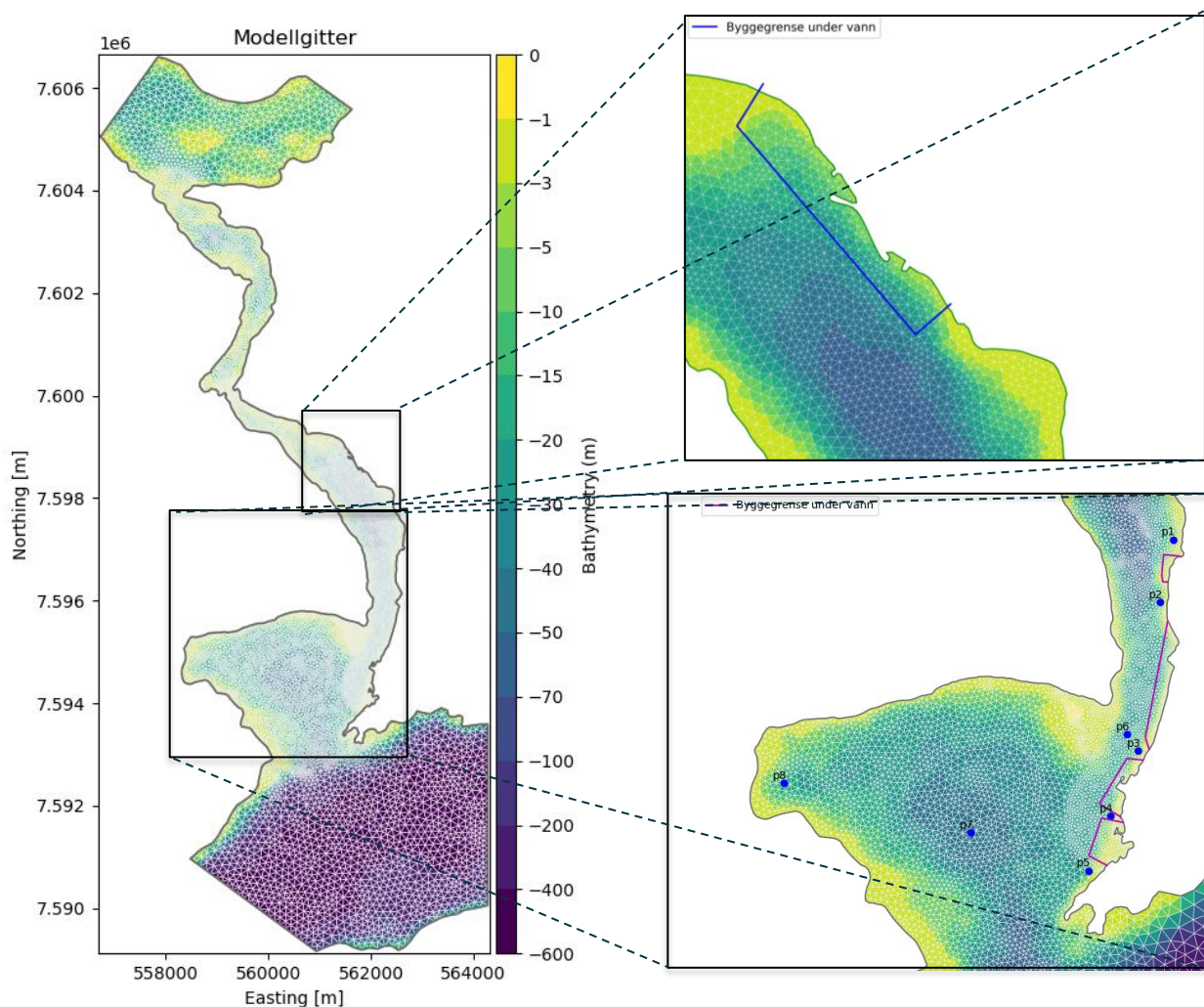
2.2 Hydrodynamisk modell

Programvaren Mike3-FM (FM=Flexible Mesh) ble benyttet. Mike3-FM er utviklet av Danish Hydraulic Institute (DHI, MIKE 3 Flow Model FM Hydrodynamic, and Transport Module Scientific Documentation., 2017), og er en 3-dimensjonal modell, som opererer med ustrukturert modellgitter (flexible mesh), dvs. i stedet for et gitter med konstant gitterstørrelse, består modellgitteret av trekanter som kan ha varierende størrelse. Dette bidrar til at man kan ha en finere oppløsning i områder hvor dette er nødvendig og grovere oppløsning andre steder i en og samme modellkjøring. Dette er nyttig i vårt tilfelle hvor vi har behov for høy oppløsning nært tiltaksområdet, og berørte områder langs kysten. Modellen er 3-dimensjonal og tar hensyn til vertikale gradienter som kan ha innvirkning på strømbildet.

2.2.1 Domene, rutenett og oppsett

Modelldomenet er vist i Figur 2-2 og omfatter Ramnes og Ramsund med oppløsning på ca. 12 m rundt de fem utpekte tiltaksområdene. Videre strekker modelldomenet seg nordover gjennom hele Ramsundet og stopper ved inngangen til Lavangsfjorden i øst og litt før Ballstadstraumen i vest. rensene er satt for å få oppløst inngangen til Ramsundet i tilstrekkelig grad for å kunne få riktig mengde vann inn i Ramsundet, da dette er et meget grunt område med mange øyer. Sørøver for Ramnes strekker modellen ut i Ofotfjorden, omtrent 3 km øst og 1.5 km vest for inngangen til Breivika. Helt nord og sør i domenet, hvor det er lite øyer og trange sund, er oppløsningen 100 - 150 m. Selve Ramsundet har en oppløsning på mellom 30 – 50 meter utenom tiltaksområdene. Et nærbilde av gitteret kan studeres i Figur 2-2. Ettersom dette er et triangulært gitter, og ikke et tradisjonelt rutenett, er en oppløsning på 100 m tilnærmet dobbelt så god sammenlignet med et rektangulært grid med 100 m oppløsning, da arealet til gridcellene er det som angir hvor tett beregningspunktene ligger.

Den vertikale oppløsningen er gitt ved 30 sigma-lag. Resultatene lagres hvert tiende minutt. Gruntvannsligningene løses med høyere-ordens teknikk for bedre nøyaktighet. CFL parameteren er satt til 0.9. Vanntetthet i modellen er definert som funksjon av temperatur og salinitet. Bunnruhet er satt til 0.05 m. For dispersjon av temperatur og salinitet er det valgt å bruke en skalert formulering for virvelviskositet med en skaleringsfaktor på 1 horisontalt og 0.1 vertikalt. Alle andre parametere har standard-verdiene fra MIKE-FM.



Figur 2-2: Oversikt over modellgitteret, batymetri og plassering av deponeringspunkt og mudringsposisjon i modellen.

2.2.2 Grensebetingelser

Modellen bruker grensebetingelser ved randen fra Havforskningsinstituttets modell NorFjords160. NorFjords160 har en horisontal oppløsning på 160 m i hele modelldomenet. Denne modellen er kjørt på samme måte og med de samme drivkreftene som NorKyst800 (Asplin, Albretsen, Johnsen, & Sandvik, 2020), men med høyere oppløsning. Fra denne modellen hentes verdier for vannstand, salt, temperatur og hastigheter som interpoleres for å inngå som grenseverdier i MIKE-modellen.

Data fra NorFjords160 modellen er tilgjengelig for perioden 01.03.2017 til 01.06.2024. Av hensyn til beregningskapasitet og tidsbruk på modellering er det blitt valgt ut en periode på 1 måned, fra 01.09.2023 til 01.10.2023. Internt i modelldomenet er det i tillegg lagt inn vind som en drivkraft. Vindfeltet er hentet fra NORA3 (Haakenstad, 2021) som har opphav i den samme atmosfæriske modellen som driver NorFjords160.

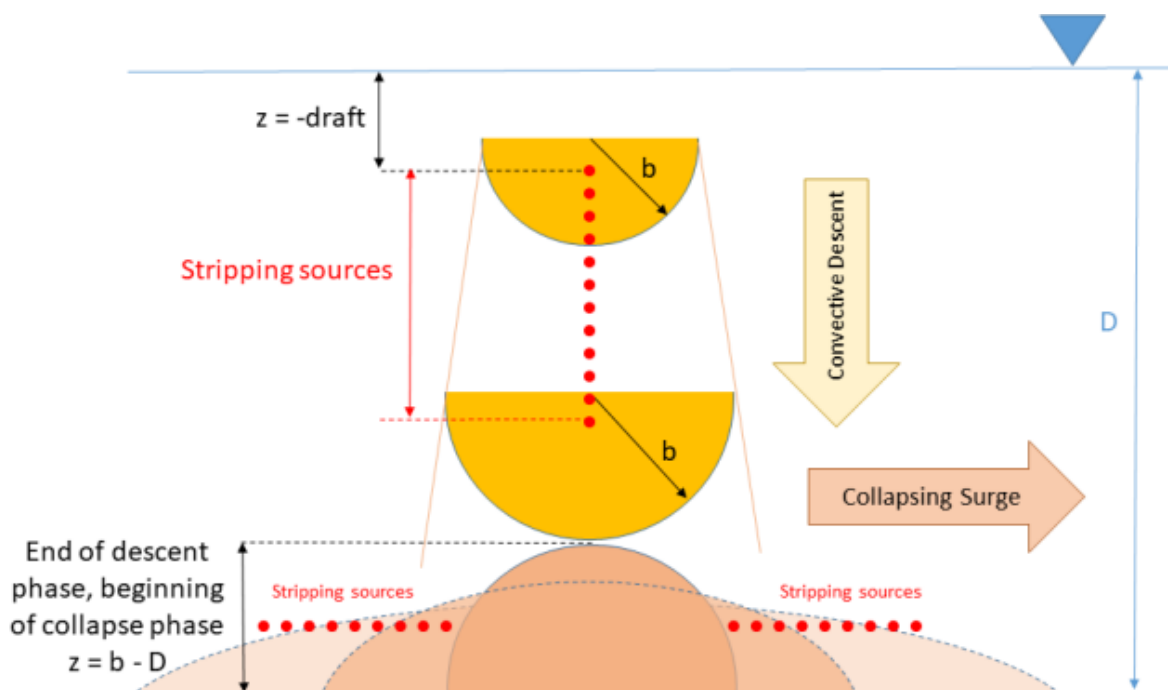
2.3 Spredningsmodellering

Spredning av partikler er modellert med Mud Transport (MT) modulen til MIKE DHI (2020). Med denne modulen beskrives det hvordan strømmen påvirker erosjon, transport og avsetning av leire, sand og grus eller en blanding av disse. MT-modulen kjøres frakoblet fra selve modellsimuleringen av hydrodynamikken. Det vil si at det først gjøres simuleringer av strøm og hydrografi. Når sirkulasjonsmodellen er ferdigkjørt, danner resultatene fra denne input til MT modulen.

2.3.1 Modelloppsett

MT modulen er satt opp til å modellere 6 partikkelfraksjoner. De 5 største størrelsene blir definert som sandpartikler med konstant synkehastighet, mens den minste er definert som kohesiv partikkel med konstant synkehastighet. De turbulente dispersjonsparameterne (horisontal og vertikal) tilsvarer verdiene for temperatur og salinitet brukt i oppsettet til den hydrodynamiske modellen. Kilden til sediment-utslipp gjøres både i «Disposal» og i «Dredging» opsjonen i MT modulen. For Disposal modulen, er «Stripping» slått på, med standard verdier (0.0033).

Figur 2-3 illustrerer hvordan modellen beregner nærfeltdynamikken og spredning av suspenderte masser fra splittlekter. Tettheten på de dumpede sprengmassene er satt til 2000 kg/m^3 . For Dredging modulen, er det satt at 5% av alt sediment som mudres er tilgjengelig for spredning i modellen (Rijn, 2020). Parameteren «Type of spilling» som definerer hvordan sedimentene skal fordeles i modellen er satt til at det skal fordeles jevnt i hele vannkolonna der mudringstransektet er definert. Alle andre parametere har standard-verdier fra MIKE-MT.

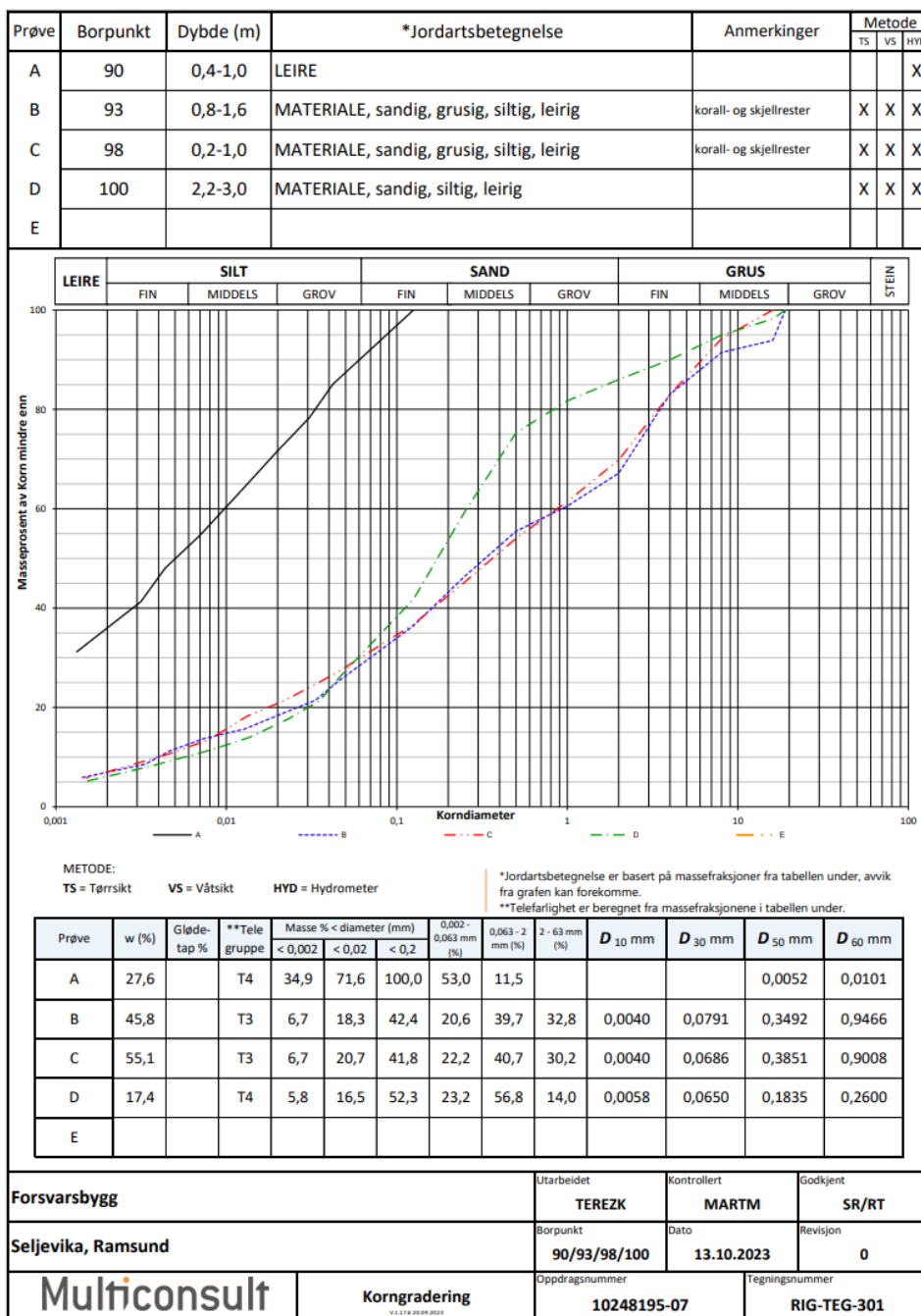


Figur 2-3: En illustrasjon av MIKE-MT disposal modulens nærfeltsberegninger ved dumping av sediment fra lekter. Kilde:DHI (2017)

2.3.2 Kornfordeling og synkehastigheter

Synkehastigheten til partikler i suspensjon er blant annet avhengig av korndiameter på partiklene. Det foreligger bunnprøver av massene som skal mudres. Kornfordelingen som er valgt er fra en

sedimentprøve tatt av Multiconsult like ved Seljevika i Ramsund, fordelingene er vist i Figur 2-4 (Multiconsult, 2023). Figur 2-4 viser utslippstype og mengde. Tabell 2-1 viser inndeling av kornfraksjoner, synkehastigheter og relativ andel av hver kategori basert på kornfordelingskurve D i Figur 2-4. Det er estimert et konservativt anslag på 11% finstoff for sprengstein, og videre at alle de 5 finstoff kategoriene er likt representert, noe som også antas å være et konservativt estimat.



Figur 2-4: Kornfordelingskurve for løsmassene brukt for Ramnes (Multiconsult, 2023). Data fra prøve D er brukt som grunnlag for klassifisering av mudringsmasser/løsmasser da denne er tatt på et representativt sted, og har mer finkornet sammensetning enn B og C, slik at beregningene skal være mest mulig konservativt.

Tabell 2-1 Kornfordeling og synkehastigheter

Fraksjon	Diameter	Type	Mengde [%]		Synkehastighet [m/s]**	Kritisk skjærspenning [N/m²]***
			Mudringsmasse/ løsmasser	Sprengmasse/ Fyllmasse		
1	< 0.063	Silt/Leire	32	2.2	0.0001*	0.07
2	0.063 – 0.125	Veldig fin sand	10	2.2	0.0047	0.1
3	0.125 – 0.25	Fin sand	17	2.2	0.0157	0.2
4	0.25 – 0.5	Medium sand	16	2.2	0.0433	0.3
5	0.5 - 1	Grov sand	7	2.2	0.0927	0.4
6	>1	Grov sand, grus og stein	18	89	1	10

* synkehastigheten for silt/leire er justert for å ta hensyn til flokkulering

** Kalkulert for sjøvann som holder 11 grader.

*** hentet fra (Vermont Stream Geomorphic Assessment, 2004)

Synkehastigheten til de suspenderbare materialene er basert på Ferguson & Church (2004), som i forhold til Stokes lov (Batchelor, 1967) også tar hensyn til at synkehastigheten til større partikler øker saktere enn for mindre partikler, på grunn av blant annet turbulens. Synkehastigheten er beregnet ved hjelp av:

$$W = \frac{RgD^2}{C_1\gamma + \sqrt{0.75C_2RgD^3}} \quad (\text{Ligning 1})$$

R er oppdriften av en partikkel i en væske (tetthetsforskjellen mellom partikkel (2700 kg/m³) og væske (1027 kg/m³), normalisert av væskens tetthet), g er gravitasjonskonstanten, D er partikkelens diameter,

γ er den kinematiske viskositeten til væsken (1.3230*10⁻⁶ m²/s, basert på Temp = 11°C og Salinitet = 35) og C1 og C2 er valgte dimensjonsløse konstanter basert på formen og glattheten til partikkelen. Ettersom det både er løsmasser og sprengstein, er synkehastighetene basert på teori for naturlige korn (C1=18, C2=1.0).

Finkorna partikler (silt/leire), suspendert i vann, kan tiltrekke hverandre og danne større partikler («flocs») som har høyere synkehastigheter. Denne prosessen kalles for flokkulering. For den minste fraksjonen med korndiameter < 0.063 mm vil flokkulering kunne være relevant. Synkehastighetene vil være avhengig av egenskapene til massene og konsentrasjonen av partiklene og vil kunne variere mye (Manning et al, 2011). På grunn av at flokkuleringsegenskapene til massene i dette tilfelle er ukjent er det brukt en konstant synkehastighet på 0.0001 m/s som tilsvarer synkehastighetene til de minste flokkene.

2.3.3 Scenario for spredning

Det er på nåværende tidspunkt ikke avklart når på året og hvor lenge arbeidet vil pågå. Det lar seg heller ikke gjøre innenfor rammene av dette prosjektet å modellere hele arbeidsperioden. Det er derfor valgt å modellere 1 måned. September 2023 er valgt.

En måneds simulering er tilstrekkelig for å få tidevannets virkning godt representert da man vil dekke to spring/nipp-sykluser. Spredningen foregår i en definert arbeidstid i modellen som er mandag til lørdag, fra kl 07:00 – 19:00. Resultatene presenteres i form av forventet tykkelse på sedimentert materiale i og utenfor deponiområdet hvor mengden frigjort materiale er skalert i forhold til anleggsperiodens faktiske varighet under gitte forutsetninger. Videre er totalt suspendert sediment i vannsøyla i tre dybdelag presentert for å beskrive spredning under anleggsgjennomføring.

I partikkelspredningsmodellen er det forutsatt at hele byggegrensen under vann fylles ut for hvert av de 5 tiltaksområdene, dette gir en konservativ tilnærming med tanke på frigjort suspendert materiale som følge av tiltaket. Det er modellert dumping for alle fem tiltaksområdene og mudring for to av områdene. Både dumping og mudringen kan bli betydelig mindre enn antatt om f.eks deler av kaiene etableres på peler fremfor utfylling, eller om tiltakene begrenses til å ikke omfatte hele områdene vist som byggegrense under vann.

Basert på maks tillatt utbredelse for hvert av de 5 tiltakene i overflateareal samt havdyp er det blitt estimert hvor mye sprengstein som maksimalt vil kunne dumpes i sjø for hvert av de fem utbyggingsområdene. Volumestimer er oppsummert i Tabell 2-2 sammen med et grovt estimat på hvor mye mudring som maksimalt forventes for hvert område.

Ved å anta at det er mulig å dumpe ca. 52 000 m³ hver måned kan man beregne hvor lenge arbeidsperioden ved hvert tiltak vil vare basert på Tabell 2-2, dette er gitt i Tabell 2-3. Særlig Biskaia og Ramsund er to store tiltak som vil kunne pågå i lang tid hvis hele byggegrensen skal fylles ut.

Tatt i betraktning mengden løsmasser som blir sluppet ut i vannmassene fra dumping og mudringsprosessen for tiltaksområdene, er det tydelig at det hovedsakelig er bidraget fra dumping som kommer til å gi mest påvirkning på omgivelsene. For å vurdere mudringens bidrag både til spredning av sediment på havbunnen og til turbiditet i vannsøyla, ble tiltaksområdene Karneset og Seljevika modellert med mudringsbidraget i egne, separate modellkjøringer.

Tabell 2-2: Oversikt over mengder estimert mudret og dumpet for de fem tiltaksområdene. For dumping på Karneset er det tall i parentes, som indikerer en oppskalering i modellen for å kunne få et statistisk sammenlignbart grunnlag med de tre andre tiltaksområdene. Mudring for Biskaia og Ramnesbrygga er strøket over da disse ikke er modellert. Dumpemengde er basert på tiltaksareal samt gjennomsnittlig vanddyb.

	Utslippstyp e	Mengde	Tilgjengelig for spredning i modell	Tetthet	Mengde finstoff (fraksjon 1- 5)	Mengde finstoff (fraksjon 1- 2)
Karneset	Løsmasser (Mudring)	20 000 m ³	5 %*	1500 kg/m ³	820 m ³	420 m ³
	Sprengmasser (Dumping)	12 000 m ³ (52 000 m ³)	100 %	2000 kg/m ³	1320 m ³ (5720 m ³)	528m ³ (2288 m ³)
Biskaia	Løsmasser (Mudring)	10 000 m³	5 %*	1500 kg/m³	410 m³	210 m³
	Sprengmasser (Dumping)	1 018 000 m ³	100 %	2000 kg/m ³	111 980 m ³	44 792 m ³
Seljevika	Løsmasser (Mudring)	20 000m ³	5 %*	1500 kg/m ³	820 m ³	420 m ³
	Sprengmasser (Dumping)	300 000 m ³	100 %	2000 kg/m ³	33 000 m ³	13 200 m ³
Ramnesbrygga	Løsmasser (Mudring)	10 000 m³	5 %*	1500 kg/m³	410 m³	210 m³
	Sprengmasser (Dumping)	125 000 m ³	100 %	2000 kg/m ³	13 750 m ³	5500 m ³
Ramsund	Sprengmasser (Dumping)	1 200 000 m ³	100 %	2000 kg/m ³	132 000 m ³	66 000 m ³

* (Rijn, 2020)

Tabell 2-3 Antatt varighet for dumping ved de 5 tiltakene

Tiltak	Varighet (mnd. rundet opp)
Karneset	1
Biskaia	20
Seljevika	6
Ramnesbrygga	3
Ramsund	24

2.3.3.1 Mudring

Mudringen foregår langs et transekt som er valgt basert på hvor kaianlegg og/eller fyllinger sannsynligvis skal etableres. Transektene er markert med en rød linje i Figur 3-4. Mudringen foregår kontinuerlig innenfor den definerte arbeidstiden ovenfor, og mudringen «beveger» seg hele transektlengden hver arbeidsdag, med en mudringsrate på 96152 kg/time. Totalt over hele måneden blir 20 000 m³ mudret, og 5% av all denne massen blir frigjort uniformt i vannsøylen.

2.3.3.2 Deponering

Deponeringen, gjennomført som dumping fra lektere, foregår fra 26 definerte deponeringspunkt for hvert av tiltaksområdene. Hver arbeidsdag dumpes det 2 lass med sprengmasser: kl 07:30 og 18:30. Hvert dump inneholder 1000 m³ sprengmasser. Det er 30 dager i september, og i 2023 var det 4 søndager, noe som tilsvarer 26 dager med 2 lass per dag. Med 2 dump per dag vil da alle punktene få 2 dump hver. Dette gir en total mengde dumpet sediment på 52 000 m³ i løpet av simuleringsperioden. For tiltaksområdene som er antatt å ha mindre enn 52 000 m³ sprengstein blir mengden nedskalert i postprosesseringen, mens for tiltaksområdene som skal ha mer enn 52 000 m³ sprengstein blir de oppskalert for å reflektere faktiske mengder som antas dumpet i analysene.

Seljevika ble modellert med et litt annet dumperegime, nemlig 6 dump per arbeidsdag (kl 07:30, 9:30, 11:30, 13:30, 16:00, og 18:30).

3 Resultater

3.1 Strømbildet

Figur 3-1 og Figur 3-2 viser to eksempler hver på overflatestrøm i vektorformat. Figur 3-1 viser to øyeblikksbilder på strøm nordover, mens Figur 3-2 viser to eksempler der strømmen hovedsakelig går sørover. Lengere vektorer indikerer høyere hastigheter.

Modellert nettostrøm i tiltaksområdet er rettet nordover ved overflaten, og følger kystkonturen. Nedover i dypet er midlere strøm svak i forhold til hva som er i overflaten.

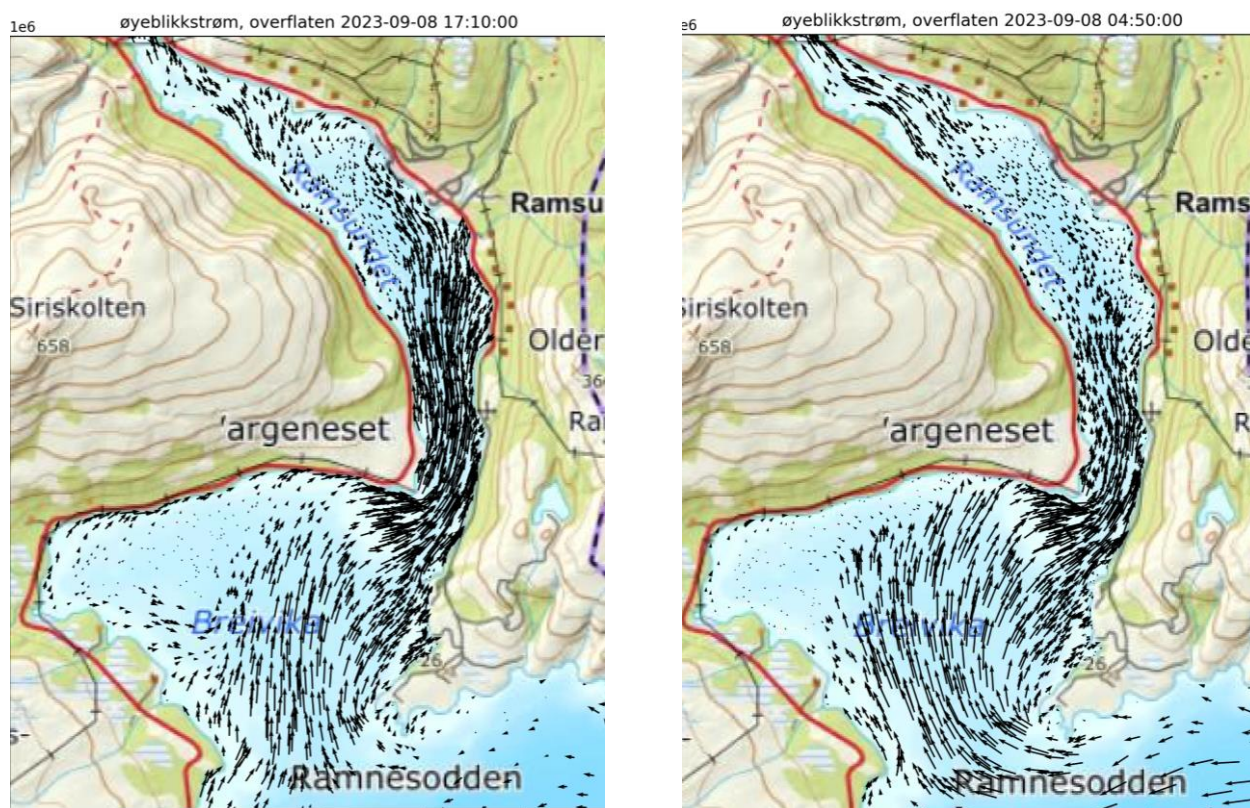
For å illustrere variasjonen i strømstyrke i forskjellige områder i modellområdet er 95% prosentilen og maks strømstyrke visualisert i Figur 3-3 for hele september 2023. Sterkest strøm er å finne ved nordøstre rand i Tjeldsundet, og i de trangeste delene av Ramsundet: under broa, hvor det hender at strømmen overstiger 2 m/s, og utenfor Seljevika.

For tiltakene vil det være sterkest strøm ved Biskaia og Karneset som ligger i et område hvor sundet snevres inn, mens det vil være lavere strømhastigheter for Ramsund, Seljevika og Ramnesbrygga som ligger i områder hvor sundet blir bredere.

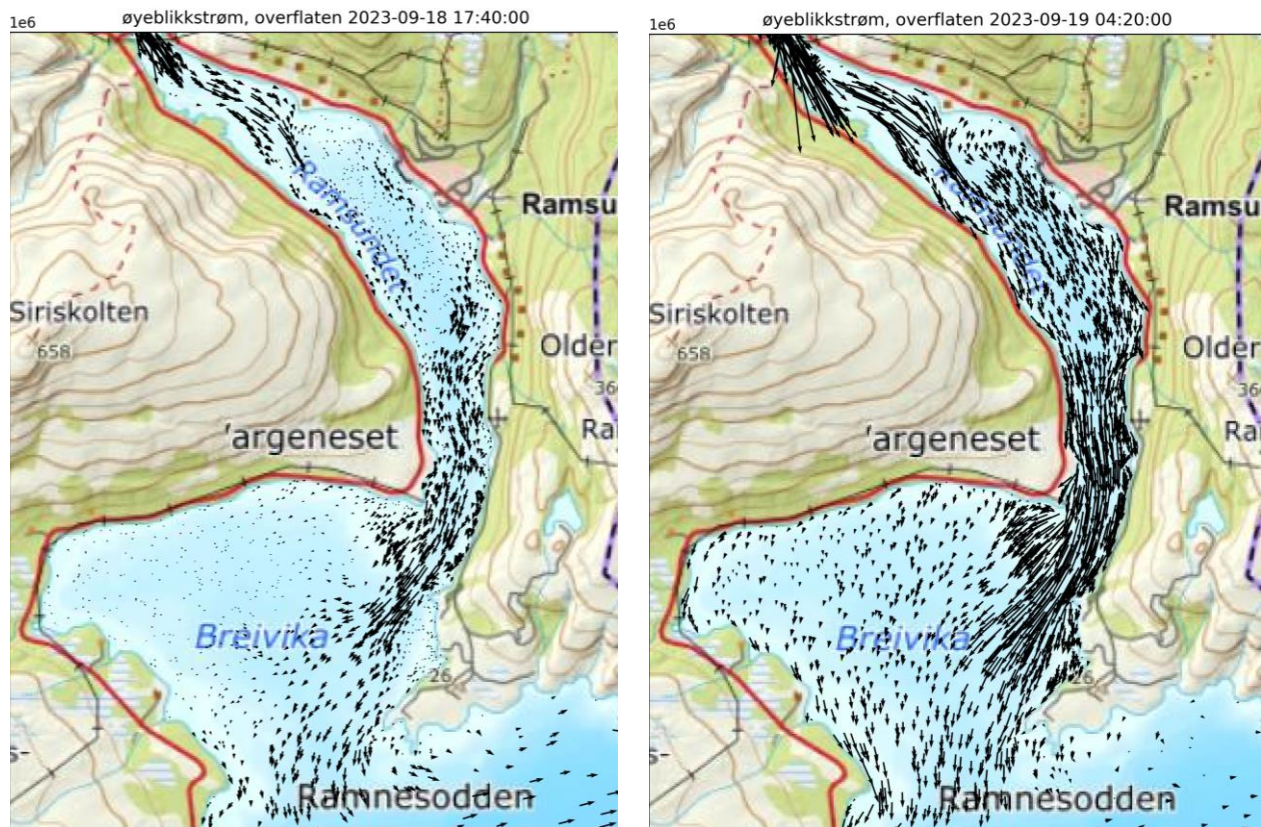
Det er ikke modellert hvordan strømbildet vil endre seg som konsekvens av tiltakene, men det er mulig å gjøre kvalitativ antagelse basert på hvordan strømmen går i Ramsundet. For tiltakene lengst sør, Seljevika og Ramnesbrygga, er det ikke forventet noe særlig endring av strømbildet. Strømmen har en tendens til å allerede gå rundt Ramneset, Ramnesbrygga fyller ut en relativt skjermet vik og Seljevika bygges rundt et nes som allerede stikker ut. For Biskaia vil en utfylling snevre inn en allerede smal del av sundet som kan føre til høyere strømhastigheter akkurat i innsnevringen. Men dette vil ikke påvirke den totale vanngjennomstrømningen i Ramsundet da den smaleste delen av Ramsundet fortsatt vil begynne seg lenger nord der broen krysser sundet. For Karneset vil også effekten av et tiltak påvirke strømbildet lite da dette tiltaket først og fremst er en forlengelse av at nes, slik at effekten vil være en bakevje som flytter seg litt lenger nord. Det nordligste tiltaket ved Ramsund vil også påvirke strømbildet lite. Ramsund befinner seg mellom to innsnevringer slik at strømhastighetene her er relativt små. En mulig effekt av tiltaket vil være bakevjer på begge sider av tiltaket med noe endret strømbildet og mulighet for oppsamling av masse.

Strømmodellen er validert mot målinger gjennomført sommeren 2024 (Multiconsult, 2025c), og valideringen er gitt i Appendiks A. Valideringen av modellen viser at det er godt samsvar mellom målt og modellert strøm i de fleste dyp. Forskjellen er størst for det grunneste sammenligningsdypet som er 5 meter, og det dypeste sammenligningsdypet på 15 meter. Dette er ikke overraskende, nærmere overflaten er påvirkning fra vind og vær større enn lenger ned, mens det nært bunn vil være påvirkning fra lokale bunnforhold som en havmodell ikke vil kunne oppløse. At modellperioden ikke sammenfaller med måleperioden er også en faktor som vil påvirke sammenligningen.

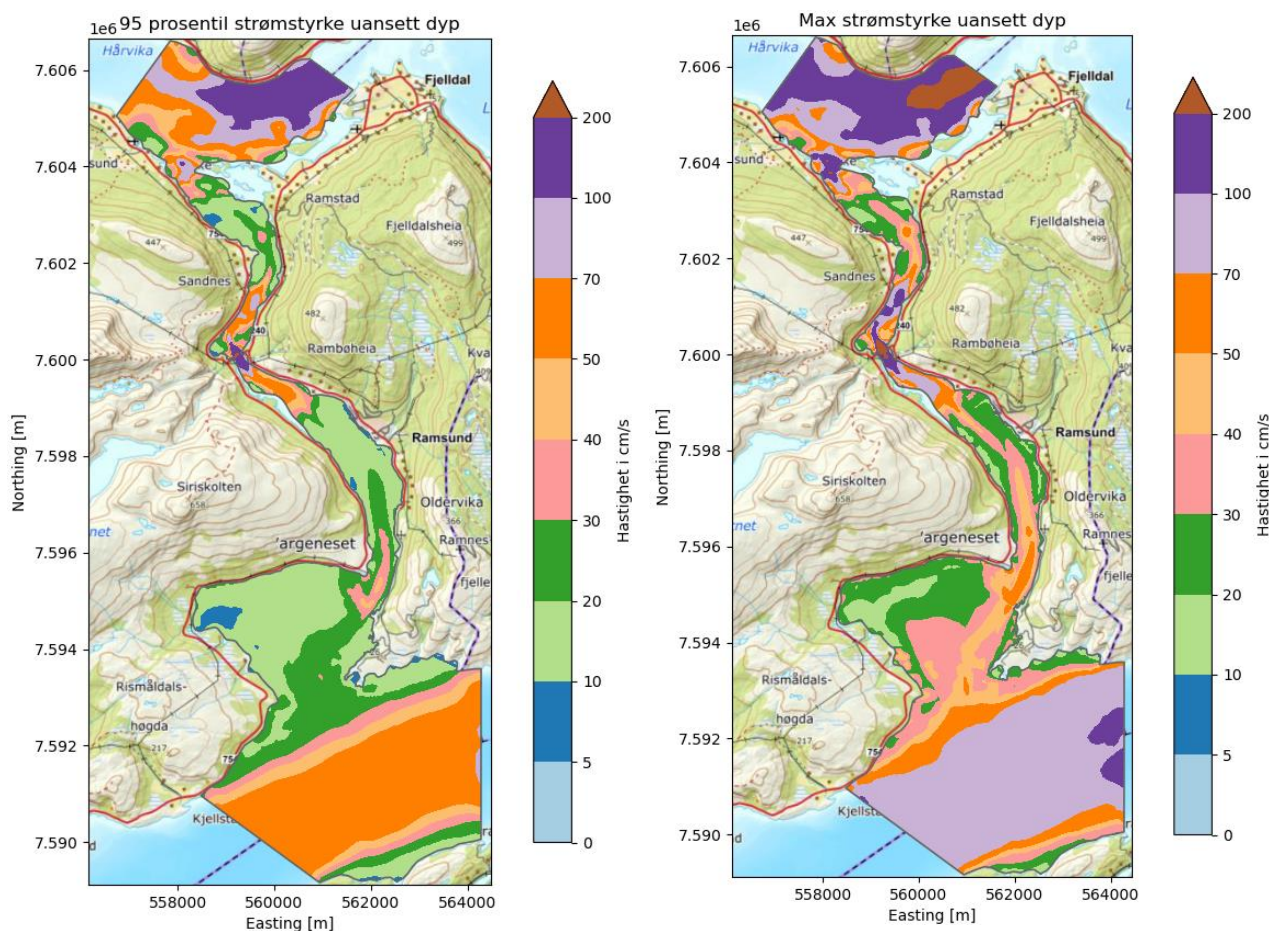
Modellen vurderes å gi et representativt bilde av strømforholdene og et tilstrekkelig grunnlag for vurdering av influensområde som følge av partikkelspredning.



Figur 3-1: To eksempler på overflatestrøm nordover for 2023-09-08 17:10 og 2023-09-08 04:50. Vektorlengde angir strømstyrke.



Figur 3-2: To eksempler på overflatestrøm sørover for 2023-09-18 17:40 og 2023-09-19 04:20. Vektorlengde angir strømstyrke.



Figur 3-3: Strømfelt for hele modelldomenet. 95% prosentil til venstre, og makstrøm til høyre. Hentet fra dybdelaget med makstrøm for hvert punkt.

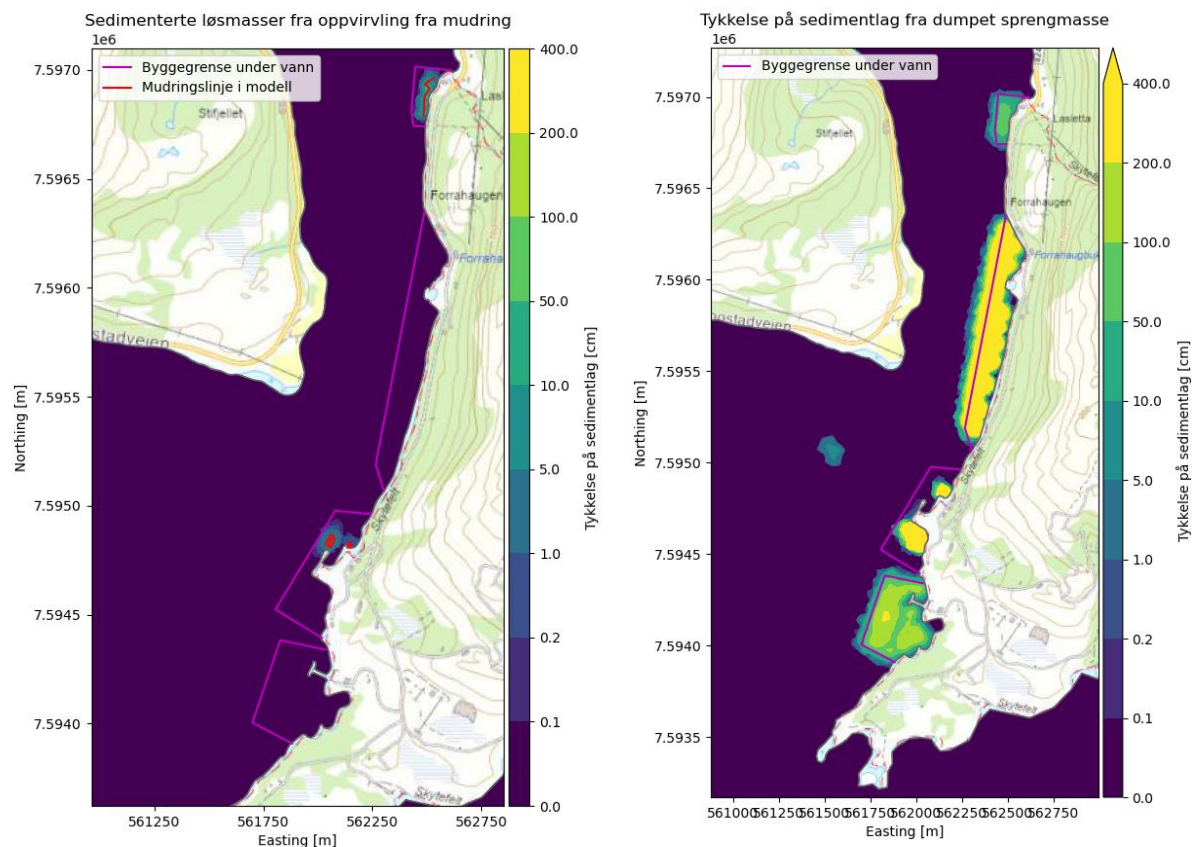
3.2 Spredningsmønster – Sedimentert materiale

Sedimentert materiale fra spredningsmodelleringen er oppsummert i Figur 3-4 og Figur 3-5. I Figur 3-4 er sedimentering i de 4 sørligste tiltaksområdene tilhørende til reguleringsplanen for Ramnes (Multiconsult, 2025a) vist. Spredningen er større for dumping av sprengstein enn mudring på grunn av antakelsen om frigjøring av større mengder finstoff under dumping enn ved mudring. Figurene viser en raskt avtakende tykkelse på sedimentert materiale i område utenfor den definerte byggegrensen under vann for alle utfyllingsområder. Dette tyder på at akkumulering av spredt sediment på sjøbunn i hovedsak vil begrense seg til i umiddelbar nærhet til utslippspunktene. Det er et unntak vest for Seljevika, hvor et lite område viser forhøyet sedimentasjon på bunn på mellom 0.2 - 10 cm. Dette kan skyldes at modellert strøm i dette området er av en slik art at partikler samles opp og sedimenterer. Det kan også skyldes at modelltopografien fører til reduksjon i strøm i dette området og opphoping av partikler over tid.

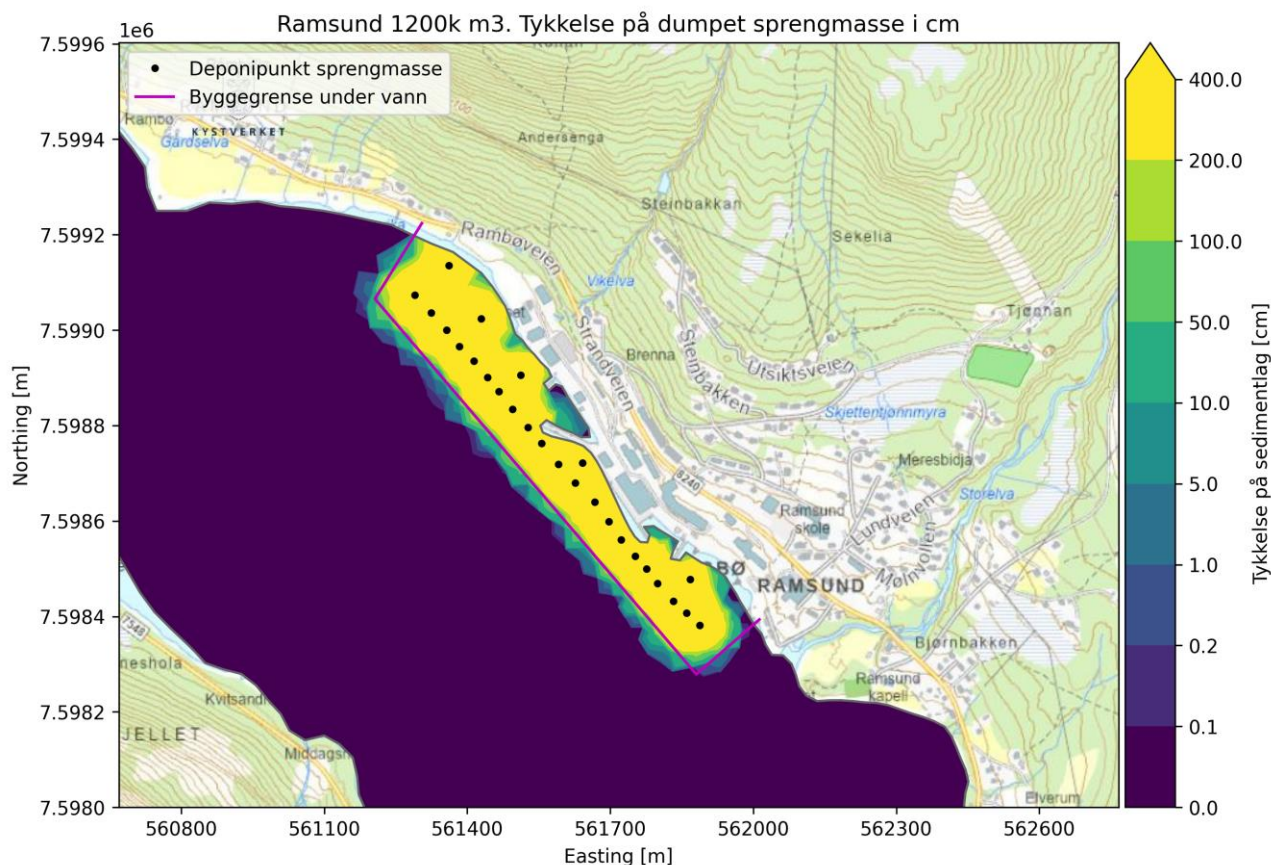
Generelt vil ikke modellen fange opp små uregelmessigheter i topografien som kan være fordelaktig for sedimentering av suspendert materiale. Dette betyr at det sannsynligvis vil være avgrensede

områder som vil oppleve sedimentering, men som ikke blir fanget opp i modellen. For eksempel bak store steiner og inni grunne vikar.

Sedimenteringslag ved det nordligste tiltaksområdet i Ramsund er vist i Figur 3-5. Resultatet tilsvarer som for de andre tiltaksområdene med nesten alt sedimentert materiale innenfor byggegrensen.



Figur 3-4: Modellert akkumulert sedimentert finstoff på bunn fra mudring (kun for Karnes og Seljevika) til venstre, og til høyre fra dumping



Figur 3-5 Modellert akkumulert sedimentert finstoff på bunn fra deponering av sprengmasse ved Ramsund.

3.3 Spredningsmønster – suspendert materiale

Utbredelsen av turbide vannmasser under anleggsperioden er illustrert ved å presentere kart med midlet sedimentkonsentrasjon i hele vannsøylen under dumpeprosessen. Dette er vist i de følgende delkapittelene. Konsentrasjoner ved bunn, i midten av vannsøyla og ved overflaten er gitt i Appendiks B.

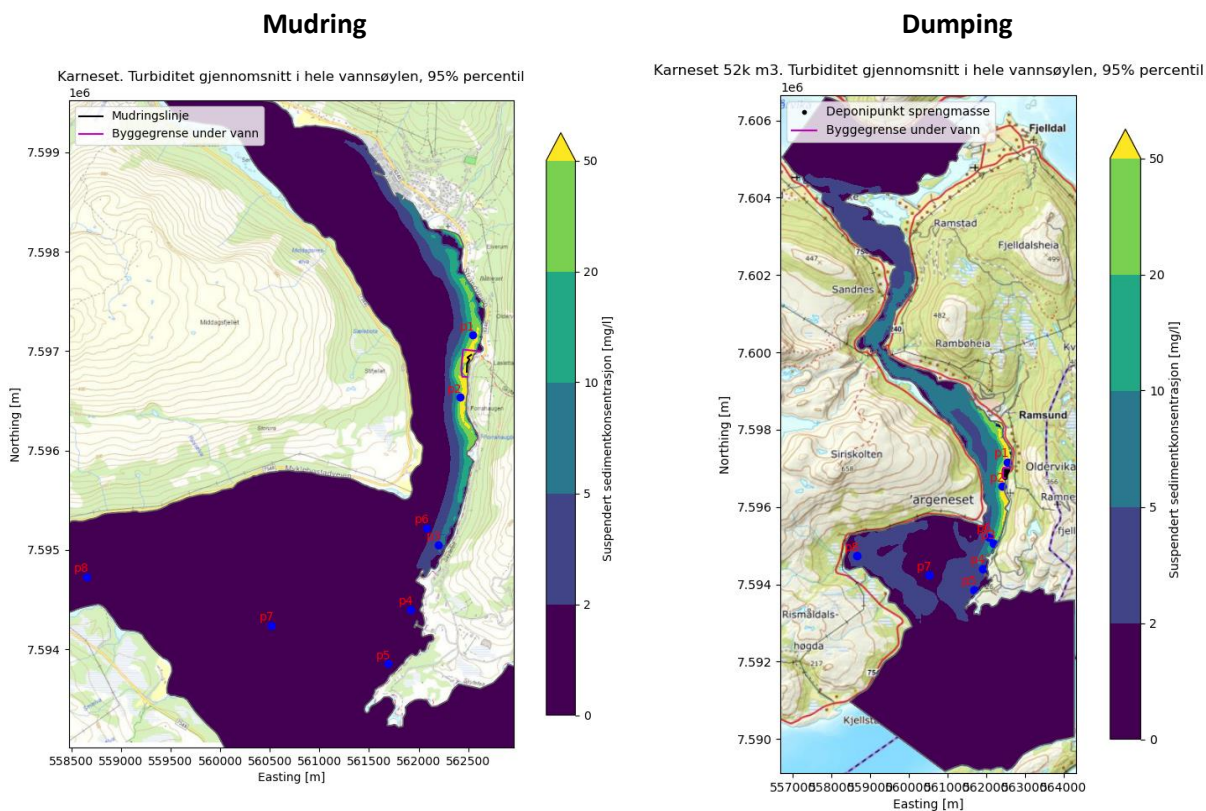
I figurene vises først 95 % prosentilen av konsentrasjon i hver gridcelle, det vil si den konsentrasjonen som 95% av tiden ikke overstiges. Dette gir et bilde på hvor høye konsentrasjoner som kan forventes av og til (5 % av tiden). Deretter er det laget en figur som illustrerer hvor stor andel av tiltaksperioden verdien på suspendert konsentrasjon overstiger 10 mg/l. Til slutt vises en tidsserie av konsentrasjonen for utvalgte punkter for å vise hvordan variasjonen er over tid.

3.3.1 Suspendert sediment for Karneset

95-prosentil for gjennomsnittlig partikkelkonsentrasjon i vannsøylen for mudring og deponering ved Karneset er gitt i Figur 3-6. Turbide vannmasser med konsentrasjoner over 10 mg/l forekommer primært langs østkysten nord og sør for tiltaket. Vannmasser med konsentrasjon mellom 5 og 10 mg/l når et stykke opp mot Tjeldsundet, mens vannmasser med konsentrasjon mellom 2 og 5 mg/l når opp til Tjeldsundet. Ved overflaten overstiger konsentrasjonen i modellen aldri 20 mg/l for mudring, men for dumping forekommer verdier over 20 mg/l et godt stykke nordover langs kysten.

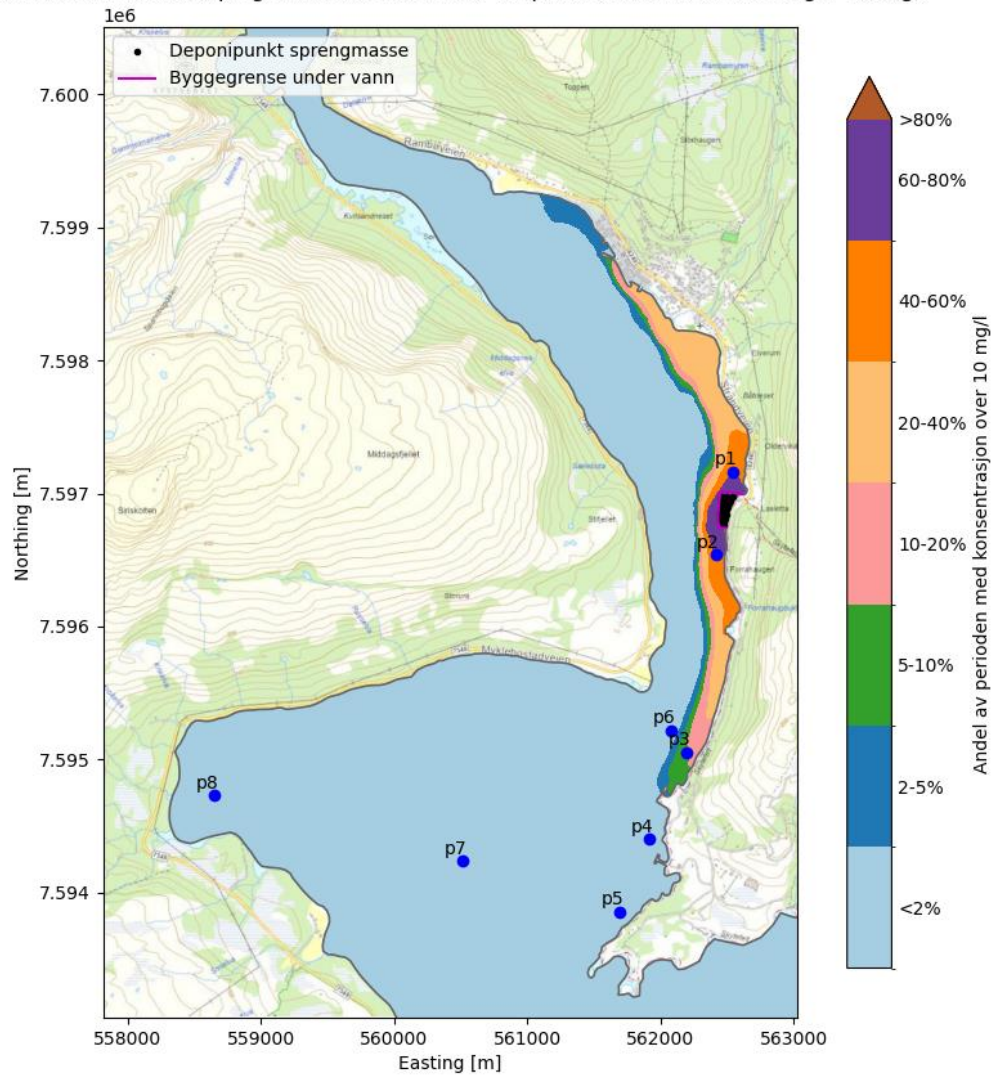
Andel tid med gjennomsnittlig konsentrasjon i vannsøylen større enn 10 mg/l er gitt i Figur 3-7. Nært tiltaket er konsentrasjonen høy i nesten hele arbeidsperioden. Andel tid med forhøyet konsentrasjon avtar i større avstand fra utslippsområdet.

Figur 3-8 viser tidsserie av hvordan konsentrasjonen endrer seg over tid ved 8 utvalgte punkter i området. Nært tiltaket er det hyppige økninger ved dumping etterfulgt av raske utskiftninger som gir lite opphopning av masser. Ved punkt 8 inne i Breivika ser man lite påvirkning og det virker ikke som om det er særlig med opphopning der heller.

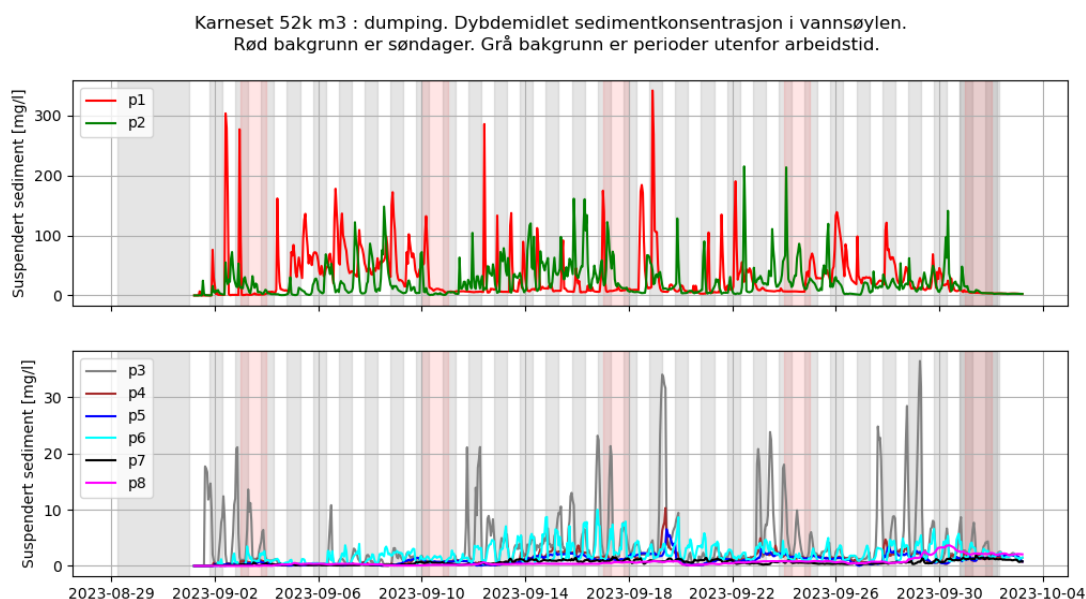


Figur 3-6: 95% prosentilen til konsentrasjonen av suspendert sediment ved midlet over hele dypet. Fra mudring til venstre, og fra dumping til høyre.

Karneset 52k m³. dumping. Andel av tiden hvor suspendert sediment overstiger 10 mg/l



Figur 3-7: Andel av perioden med dumping verdien overstiger 10 mg/l. Midlet i hele vannsøyla.



Figur 3-8: Tidserie av suspendert sedimentkonsentrasjon i åtte utvalgte punkt forårsaket av dumping ved Karneset. Grått bakgrunnsfelt er utenfor arbeidstid, og rødt bakgrunnsfelt er søndager, som det ikke dumpes på.

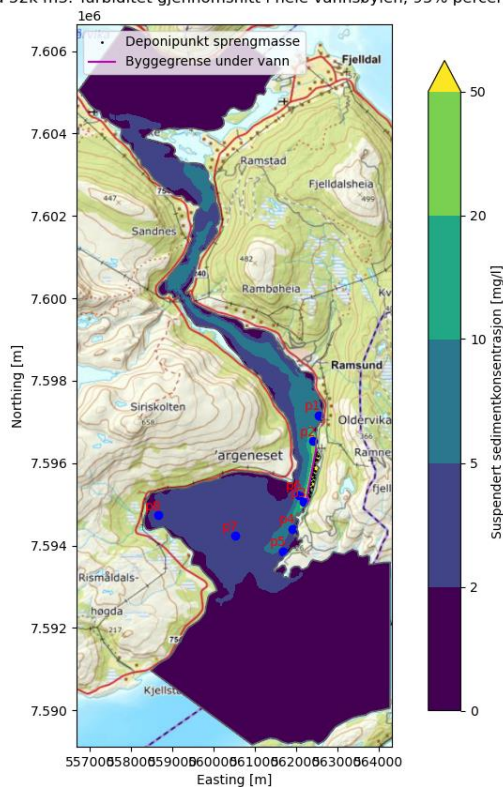
3.3.2 Suspendert sediment for Biskaia

Gjennomsnittlig 95-prosentil turbiditet over hele vannsøylen for deponering samt andel av tiden suspendert sediment overstiger 10 mg/L ved Biskaia er gitt i Figur 3-9. Resultatene ligner mye på de fra Karneset, men siden Biskaia ligger litt lenger sør når ikke like mye finstoff like langt nord.

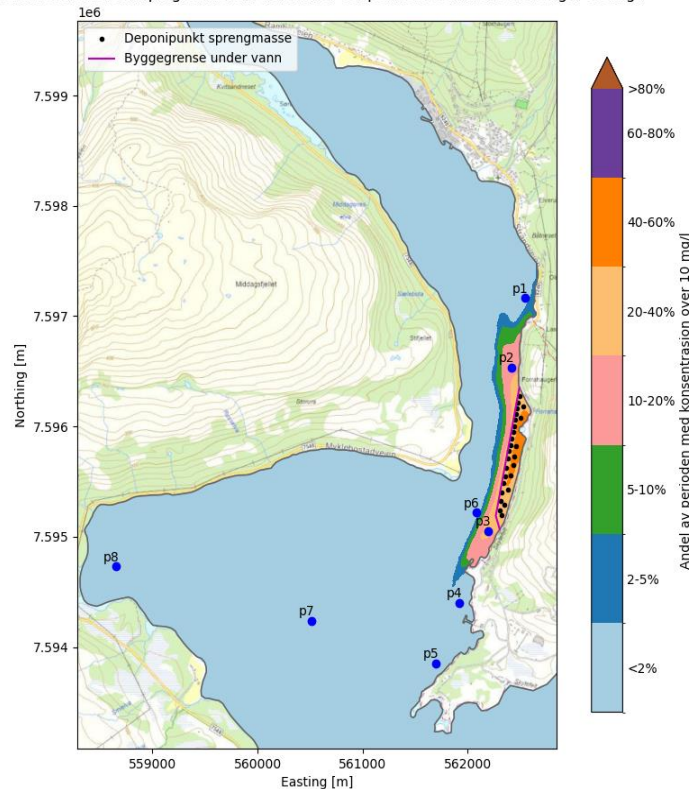
Figur 3-10 viser tidsserie av hvordan konsentrasjonen endrer seg over tid ved 8 utvalgte punkter i området. Det er antydning til en opphoping av sediment i vannsøylen inne i Breivika. Ved punkt 8 kan man se at konsentrasjonen øker gradvis utover i modellperioden før den synker brått rundt 20 september hvorpå den etter dette stiger igjen. Dette illustrerer hvordan perioder med lavere vannutskifting kan føre til forhøyede konsentrasjoner over lengre tid. Det er imidlertid usikkerheter i modellen ved at vi kun har modellert en måned og vannutskiftningen i Breivika kan variere gjennom året.

Spredningsmodellering ifm. mudring og fylling i sjø

Biskaia 52k m3. Turbiditet gjennomsnitt i hele vannsøylen, 95% percentil

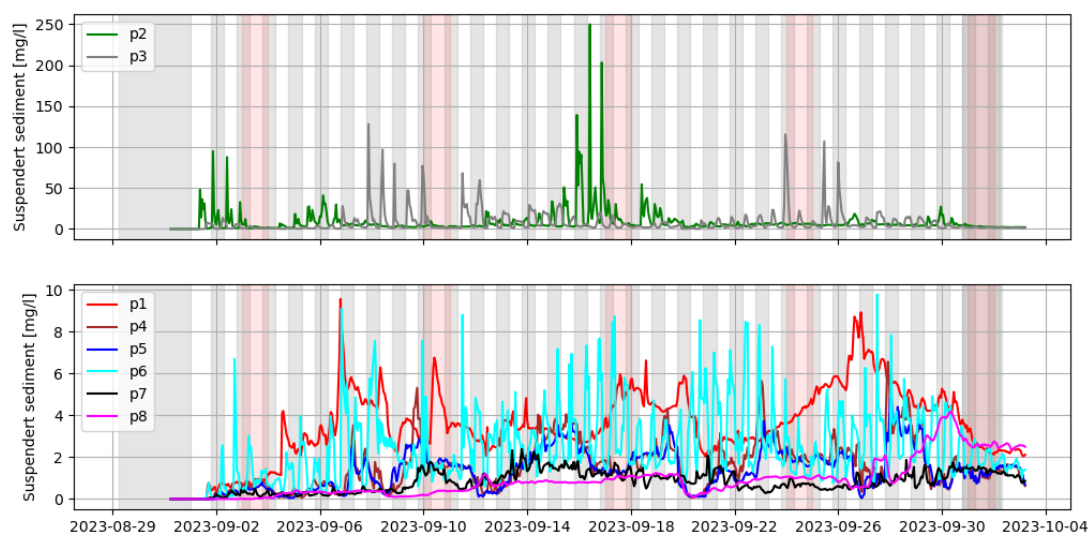


Biskaia 52k m3. dumping. Andel av tiden hvor suspendert sediment overstiger 10 mg/l



Figur 3-9: 95-prosentilen til konsentrasjonen av suspendert sediment midlet for hele vannsøyla fra dumping til venstre, og andel av perioden med dumping verdien overstiger 10 mg/l til høyre, midlet i hele vannsøyla.

Biskaia 52k m3 : dumping. Dybdemidlet sedimentkonsentrasjon i vannsøylen.
Rød bakgrunn er søndager. Grå bakgrunn er perioder utenfor arbeidstid.



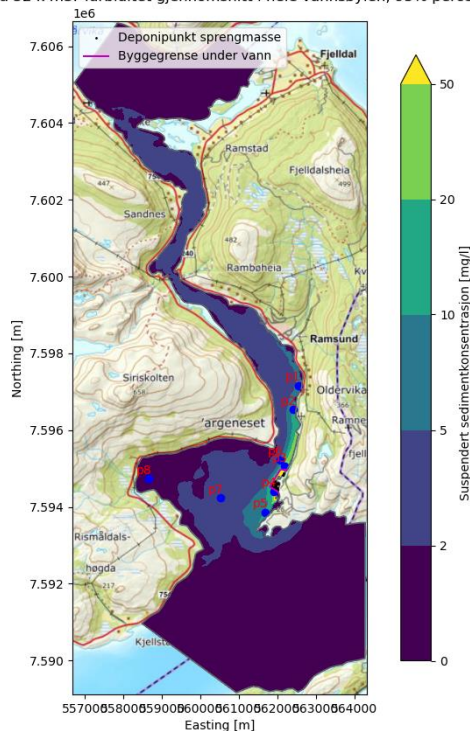
Figur 3-10: Tidsserie av suspendert sedimentkonsentrasjon i åtte utvalgte punkt forårsaket av dumping ved Biskaia. Grått bakgrunnsfelt er utenfor arbeidstid, og rødt bakgrunnsfelt er søndager, som det ikke dumpes på.

3.3.3 Suspended sediment for Seljevika

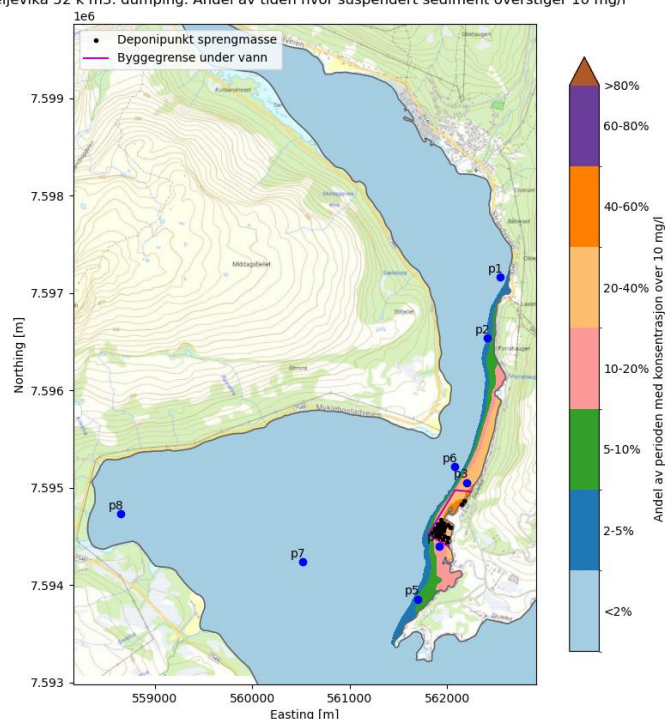
Gjennomsnittlig 95-prosentil turbiditet over hele vannsøylen for deponering samt andel av tiden suspendert sediment overstiger 10 mg/L ved Seljevika er gitt i Figur 3-11. Det er her vesentlig mindre turbiditet i vannsøylen enn tiltakene lenger nord. Dette henger nok sammen med at det er dypere vann rundt, i tillegg til mer åpent som fører til mer effektiv fortynning av finstoffet. En annen mulig forklaring er dumperegimet brukt for Seljevika som var 6 dump per arbeidsdag istedenfor 2 brukt for de andre tiltakene. Dette er et relativt strømssterkt område som gir hurtig fortynning av sedimentskyene som skapes under dumping. Når disse inneholder mer sediment, som er tilfelle ved større og færre dump, når de lengre før de blir fortynnet til under 5 mg/l.

Figur 3-12 viser tidsserie av hvordan konsentrasjonen endrer seg over tid ved 8 utvalgte punkter i området. Det virker generelt å være god vannutskifting selv om det er en liten opphopning av masser inne i Breivika.

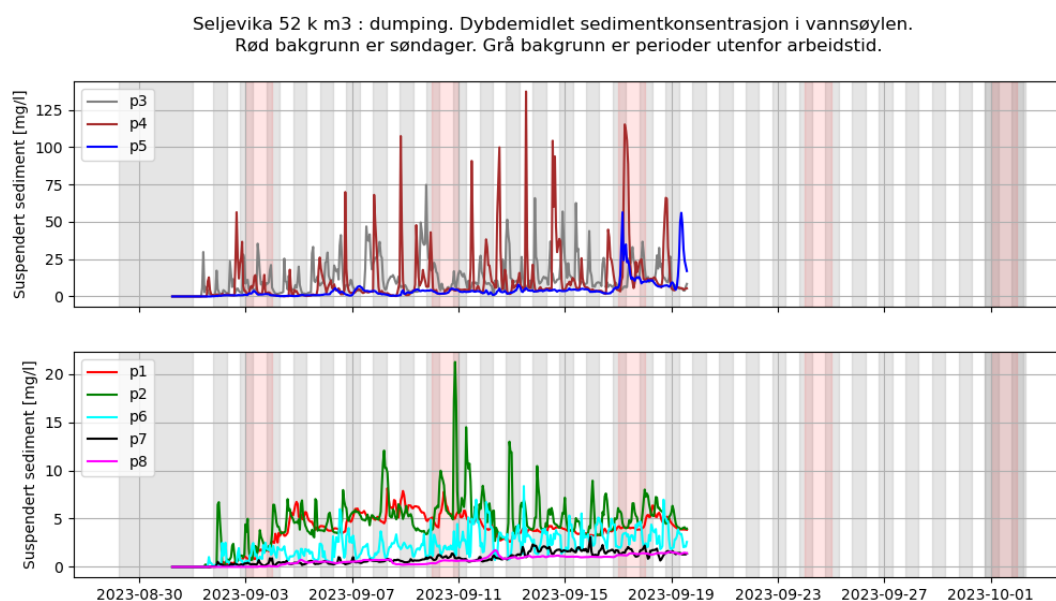
Seljevika 52 k m3. Turbiditet gjennomsnitt i hele vannsøylen, 95% perce



Seljevika 52 k m3. dumping. Andel av tiden hvor suspendert sediment overstiger 10 mg/l



Figur 3-11: 95-prosentilen til konsentrasjonen av suspendert sediment midlet for hele vannsøylen fra dumping til venstre, og andel av perioden med dumping verdien overstiger 10 mg/l til høyre, midlet i hele vannsøylen.



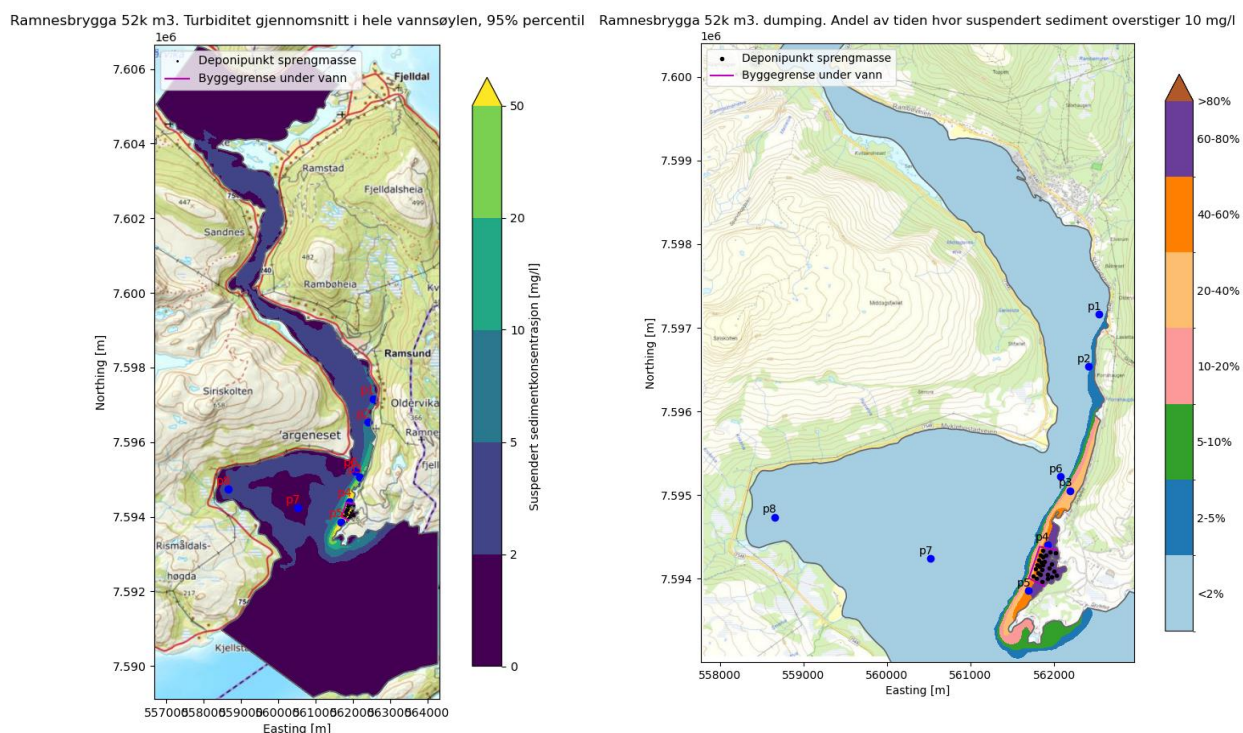
Figur 3-12: Tidsserie av suspendert sedimentkonsentrasjon i åtte utvalgte punkt forårsaket av dumping ved Seljevika. Grått bakgrunnsfelt er utenfor arbeidstid, og rødt bakgrunnsfelt er søndager, som det ikke dumpes på.

3.3.4 Suspendert sediment for Ramnesbrygga

Gjennomsnittlig 95-prosentil turbiditet over hele vannsøylen for deponering samt andel av tiden suspendert sediment overstiger 10 mg/L ved Ramnesbrygga er gitt i Figur 3-13. Resultatet er tilsvarende som for Seljevika.

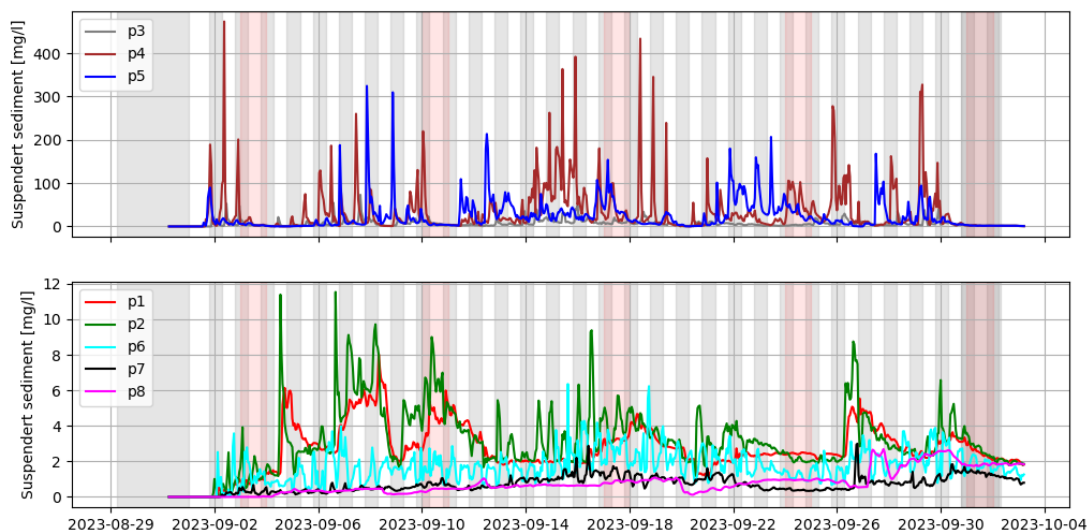
Figur 3-14 viser tidsserie av hvordan konsentrasjonen endrer seg over tid ved 8 utvalgte punkter i området.

Spredningsmodellering ifm. mudring og fylling i sjø



Figur 3-13: 95-prosentilen til konsentrasjonen av suspendert sediment midlet for hele vannsøyla fra dumping til venstre, og andel av perioden med dumping verdien overstiger 10 mg/l til høyre, midlet i hele vannsøyla.

Ramnesbrygga 52k m3 : dumping. Dybdemidlet sedimentkonsentrasjon i vannsøylen.
Rød bakgrunn er søndager. Grå bakgrunn er perioder utenfor arbeidstid.

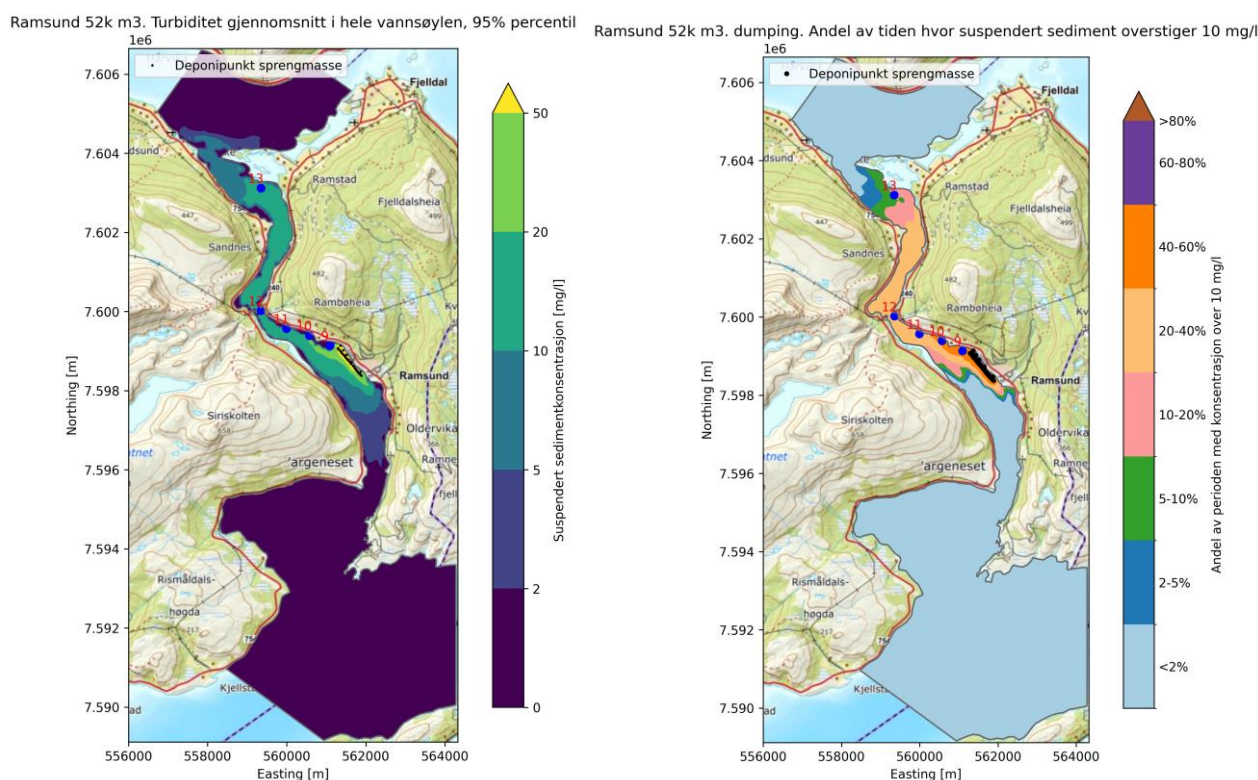


Figur 3-14: Tidsserie av suspendert sedimentkonsentrasjon i åtte utvalgte punkt forårsaket av dumping ved Ramnesbrygga. Grått bakgrunnsfelt er utenfor arbeidstid, og rødt bakgrunnsfelt er søndager, som det ikke dumpes på.

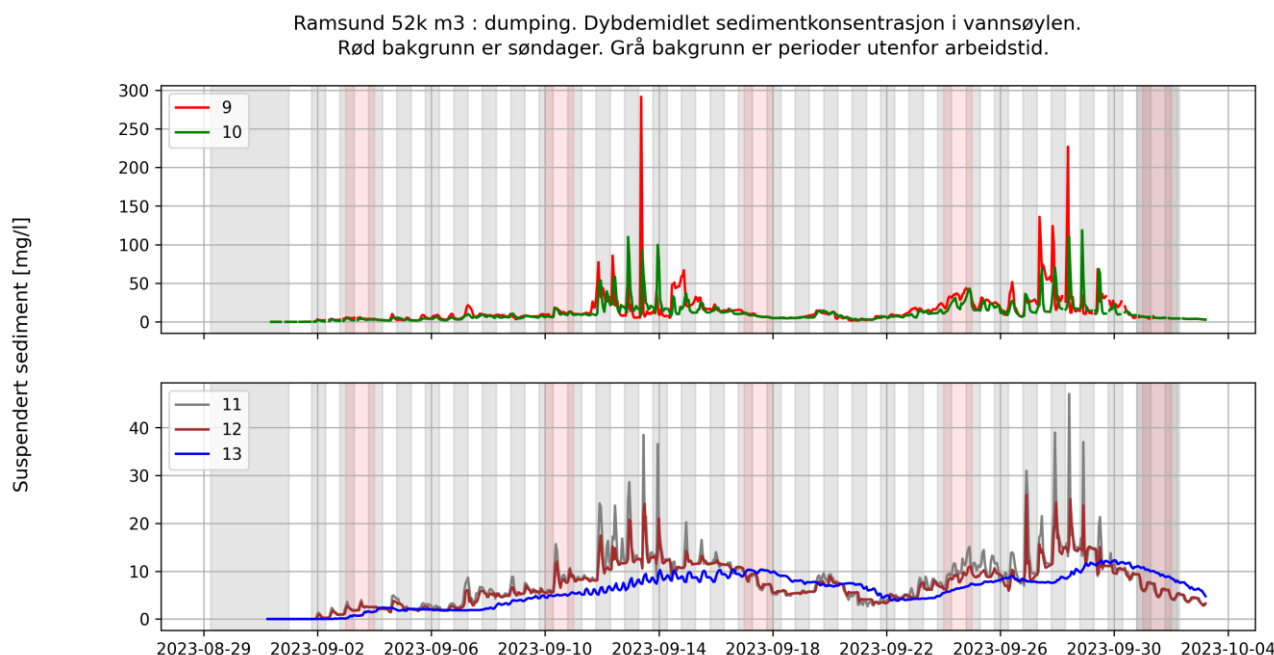
3.3.5 Suspendert sediment ved Ramsund orlogsstasjon

Gjennomsnittlig 95-prosentil turbiditet over hele vannsøylen for deponering samt andel av tiden suspendert sediment overstiger 10 mg/L ved Ramsund er gitt i Figur 3-15. Resultatet viser at store mengder sediment transporteres nordover i Ramsundet. For nesten hele nordre del av Ramsundet er konsentrasjonen høyere enn 10 mg/l 20-40 % av tiden og 5 % av tiden er konsentrasjonene høyere enn 10-20 mg/l. Med de dumpemassene anslått i Figur 2-2 vil arbeidet pågå over lengre tid.

Figur 3-16 viser tidsserie av hvordan konsentrasjonen endrer seg over tid ved 5 utvalgte punkter i området. Det er tydelig vannutskiftning i området og det ser ut til at dette begrenser opphopningen. Det er gjentatte pulser som kommer av at strømrretningen er mot punktet ved dumping, men man ser også at massene vaskes fort bort etter dumping og når strømrretningen går en annen vei. Tidsserien er for kort for å kunne si om man vil få videre opphopning helt nord i Ramsundet ved punkt 13.



Figur 3-15 95-prosentilen til konsentrasjonen av suspendert sediment midlet for hele vannsøyla fra dumping til venstre, og andel av perioden med dumping verdien overstiger 10 mg/l til høyre, midlet i hele vannsøyla. De blå punktene angir output punkter brukt i Figur 3-16.



Figur 3-16 Tidsserie av suspendert sedimentkonsentrasjon i fem utvalgte punkt forårsaket av dumping ved Ramsund. Grått bakgrunnsfelt er utenfor arbeidstid, og rødt bakgrunnsfelt er søndager, som det ikke dumpes på. For lokasjon på punktene se Figur 3-15.

4 Diskusjon

Modellen viser at effekten fra dumping av sprengmasse skaper betydelig mer spredning av sedimenter sammenlignet med mudring. Påvirkning på bunn direkte fra sedimentert materiale begrenser seg i stor grad til tiltaksområdene, men det er betydelig oppbygging av sediment på bunn også like utenfor tiltaksområdene. Størsteparten av de suspenderte sedimentene blir fraktet nord og sørover langs kysten, og kun små mengder blir transportert inn i Breivika. For de sørligste tiltakene er påvirkningen ganske liten da mye av sedimentene vaskes ut. Desto lenger nord tiltaket er jo mer påvirket blir vannet i Ramsundet, det nordligste tiltaket ved Ramsund orlogsstasjon gir konsentrasjoner over 10 mg/L over 20 % av tiden i nesten hele Ramsundet.

Når man ser på tidserien i utvalgte punkt ser man at turbiditeten i vannmassene avtar ganske raskt for de fleste stasjonene i sørlige Ramsundet. Konsentrasjonene går stort sett i pulser opp og ned som konsekvens av daglig start og stopp av utslippet i modellen. Unntaket er stasjonene i Breivika. Dette er nok delvis fordi disse ligger i områder som mottar veldig lite turbide vannmasser, og får dermed kun utslag når strømmen i sjeldne tilfeller bringer sedimenter mot disse stasjonene. De ligger også et stykke unna, så det tar ofte litt tid fra sedimentene blir sluppet ut i modellen til de når disse stasjonene. For p7 og p8 ser man en trend på at det gradvis økende konsentrasjon frem til rundt den 20. september, hvor det virker som det er en hurtig utskiftning av vannmassene. Deretter øker konsentrasjonen igjen gradvis. Verdiene disse to stasjonene utsettes for er stadig veldig lave, men det danner et godt bilde på hvordan slike tiltak som er planlagt her kan påvirke resipienten. Ved arbeid over mange måneder som fort kan være tilfelle ved for eksempel Biskaia kan opphopning føre til høye konsentrasjoner over tid. En lenger tidsserie som kan beskrive vannutskiftning over tid er nødvendig for å beskrive dette. Lenger nord i Ramsundet ser man også tendenser til mulig opphopning under dumping ved Ramsund orlogsstasjon, men tidsserien er for kort til å kunne avgjøre om vannutskiftningen klarer å ta unna massene.

Usikkerheter i resultatene er blant annet knyttet til valg av input-data, valg av modellperiode, intensitet og størrelse på dumping og strømbildets representativitet for forholdene på andre tider av året. Nøyaktig kornfordeling og tetthet av massene kan også avvike fra de antatte verdiene. En større andel finstoff vil kunne føre til større spredning av de deponerte massene. Valgt fordeling antas imidlertid å være konservativ, og dermed gi et «worst case»-bilde på spredningen.

Det er ikke overbærende sannsynlig at om modelleringen hadde blitt gjort for en annen tidsperiode, kunne det resultert i variasjoner i strømmønsteret som videre ville kunne gitt andre resultater på spredning. Dette er et område som i all hovedsak styres av tidevannstrømmene, så med en modellering på en måned får man 2 perioder med springflo og springfjære som burde gi et godt overordnet bilde på strømmen i området.

Valideringen av modellen viser at det er godt samsvar mellom målt og modellert strøm i de fleste dyp for målepunktet i Ramsund. Forskjellen er størst for det grunneste sammenligningsdypet som er 5 meter, og det dypeste sammenligningsdypet på 15 meter. Dette er ikke overraskende, nærmere overflaten er påvirkning fra vind og vær større enn lenger ned, mens det nært bunn vil være påvirkning fra lokale bunnforhold som en havmodell ikke vil kunne oppløse perfekt. At modellperioden ikke sammenfaller med måleperioden er også en faktor som kan spille inn her.

5 Konklusjon

Basert på resultatene fra modellen forventes det at partikler fra mudringen og dumping ved Ramnes vil i hovedsak sedimenteres innenfor byggegrensa for de respektive tiltaksområdene.

Under anleggsfasen vil det være forhøyet turbiditet i vannet både i og utenfor tiltaksområdene. Mesteparten av de turbide vannmassene går nord-sør langs øst-kysten i Ramnes/Ramsund. Det er stort sett her utbredelsen av turbide vannmasser med suspendert materiale på over 20 mg/l transporteres. Vestover, i Breivika finner man også periodevis spor av suspendert materiale, men da stort sett lave konsentrasjoner på mellom 2-5 mg/l, men vi kan se antydninger om at disse bygges opp over tid som kan føre til høye konsentrasjoner ved lange arbeidsperioder.

6 Referanser

- Asplin, L., Albretsen, J., Johnsen, A., & Sandvik, A. D., 2020: The hydrodynamic foundation for salmon lice dispersion modeling along the Norwegian coast, *Ocean Dynamics*, 70, 1151–1167. *Ocean Dynamics*.
- Batchelor, 1967: *An introduction to fluid dynamics*, Cambridge Mathematical Library, Cambridge, UK.
- Manning, A. & Baugh, John & Soulsby, R. & Spearman, Jeremy & Whitehouse, R., 2011: *Cohesive Sediment Flocculation and the Application to Settling Flux Modelling*. 10.5772/16055.
- Ferguson, R.I., and Church M., 2004: A simple universal equation for grain settling velocity. *Journal of Sedimentary Research* 74 (6).
- DHI, 2020: MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM, Mud Transport Module, Scientific Documentation, MIKE 2020
- DHI, 2017: MIKE 3 Flow Model FM Hydrodynamic, and Transport Module Scientific Documentation.
- Rijn, 2019: Turbidity due to dredging and dumping of sediments, Note January 2019, <https://www.leovanrijn-sediment.com/>
- Haakenstad, H. e., 2021: NORA3: A nonhydrostatic high-resolution hindcast of the North Sea, the Norwegian Sea, and the Barents Sea. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 60.10, 1443-1464.
- Multiconsult, 2023: 10248195-07-RIG-TEG-301
- Multiconsult, 2025a: Reguleringsplan Ramnes 10250048-01-RIM-RAP-004
- Multiconsult, 2025b: Reguleringsplan Ramsund 10250048-01-RIM-RAP-002
- Multiconsult, 2025c: 10250048-01-RIMT-RAP-004_Strømrappport_Ramsund
- Vermont Stream Geomorphic Assesment, 2004: Sediment Particle Entrainment and Transport.

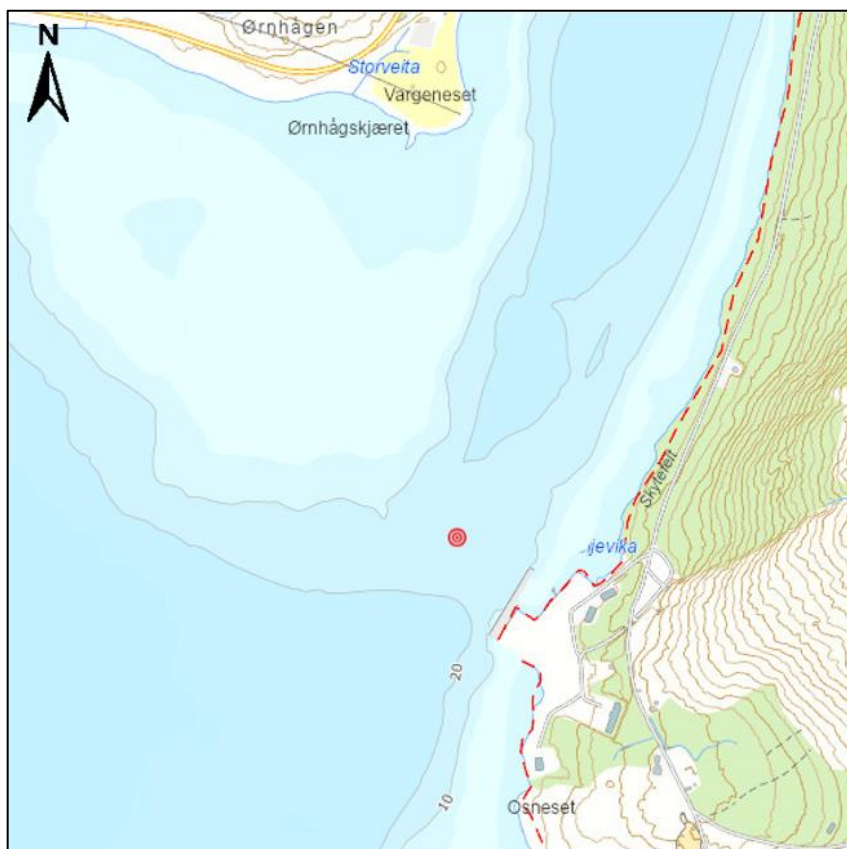
Appendiks A Validering

Validering mot måling

Det ble gjennomført strømmålinger utenfor Seljevika i perioden 22.05.2024–27.06.2024. Figur 0-3 viser plasseringen av måleren i sundet. Modellberegningene er derimot utført for perioden 01.09.2023–01.10.2023. Selv om måle- og modellperiodene ikke overlapper, forventes det godt samsvar ettersom strømforholdene her i hovedsak er tidevannsdrevne.

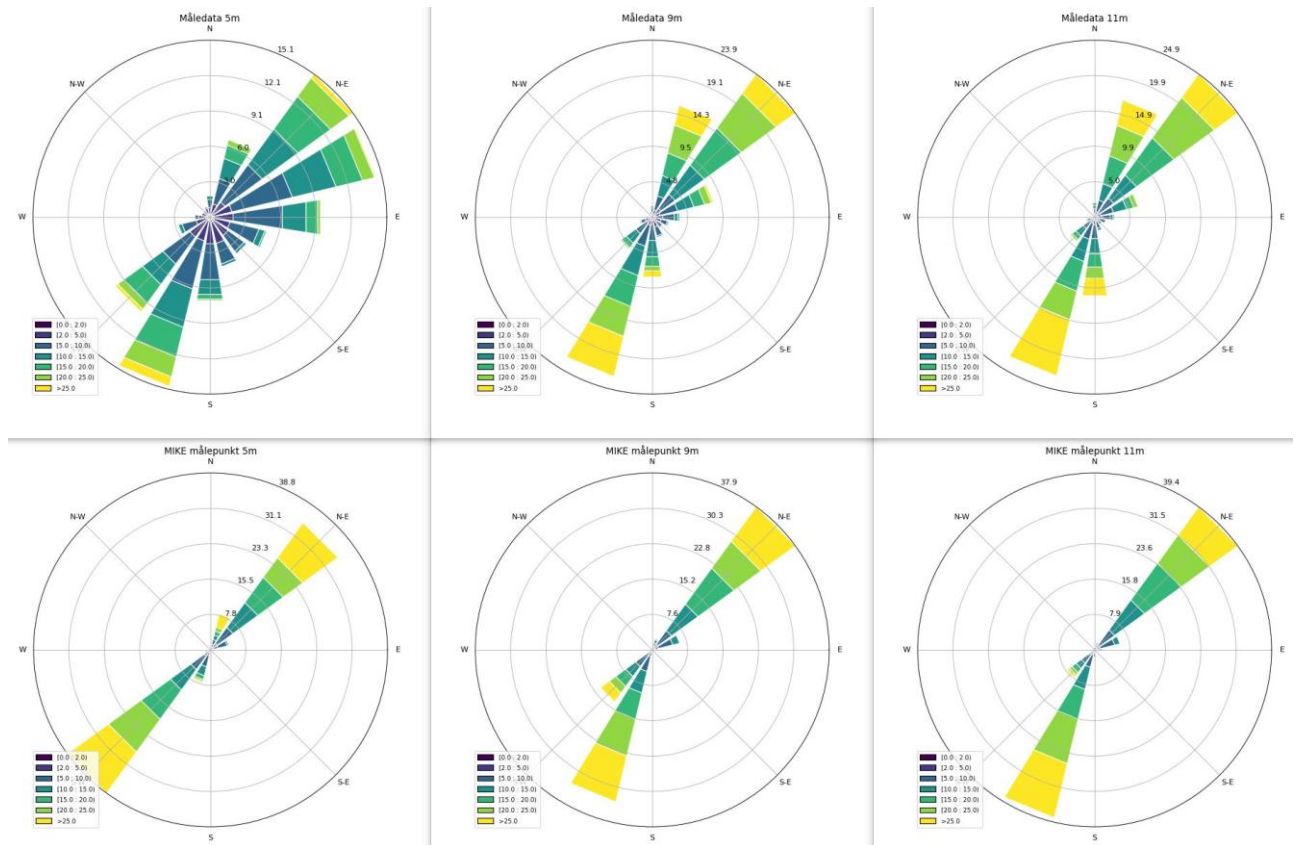
Strømroser fra modell og målinger er vist i Figur 6-2 og Figur 6-3, mens Tabell 6-2 og Tabell 6-3 oppsummerer statistikk for de ulike dypene (5, 9, 11, 13 og 15 m). Resultatene viser godt samsvar mellom modell og målinger i midten av vannsøylen.

I overflatelagene tenderer modellen til å overestimere strømhastigheten. Dette kan skyldes at overflatestrømmen er sterkt påvirket av vind, og at måle- og modellperiodene ikke er sammenfallende. Nær bunnen underestimerer modellen strømhastigheten, noe som trolig henger sammen med lokale topografiske forhold som ikke fanges opp i den glattet modellerte batymetrien.

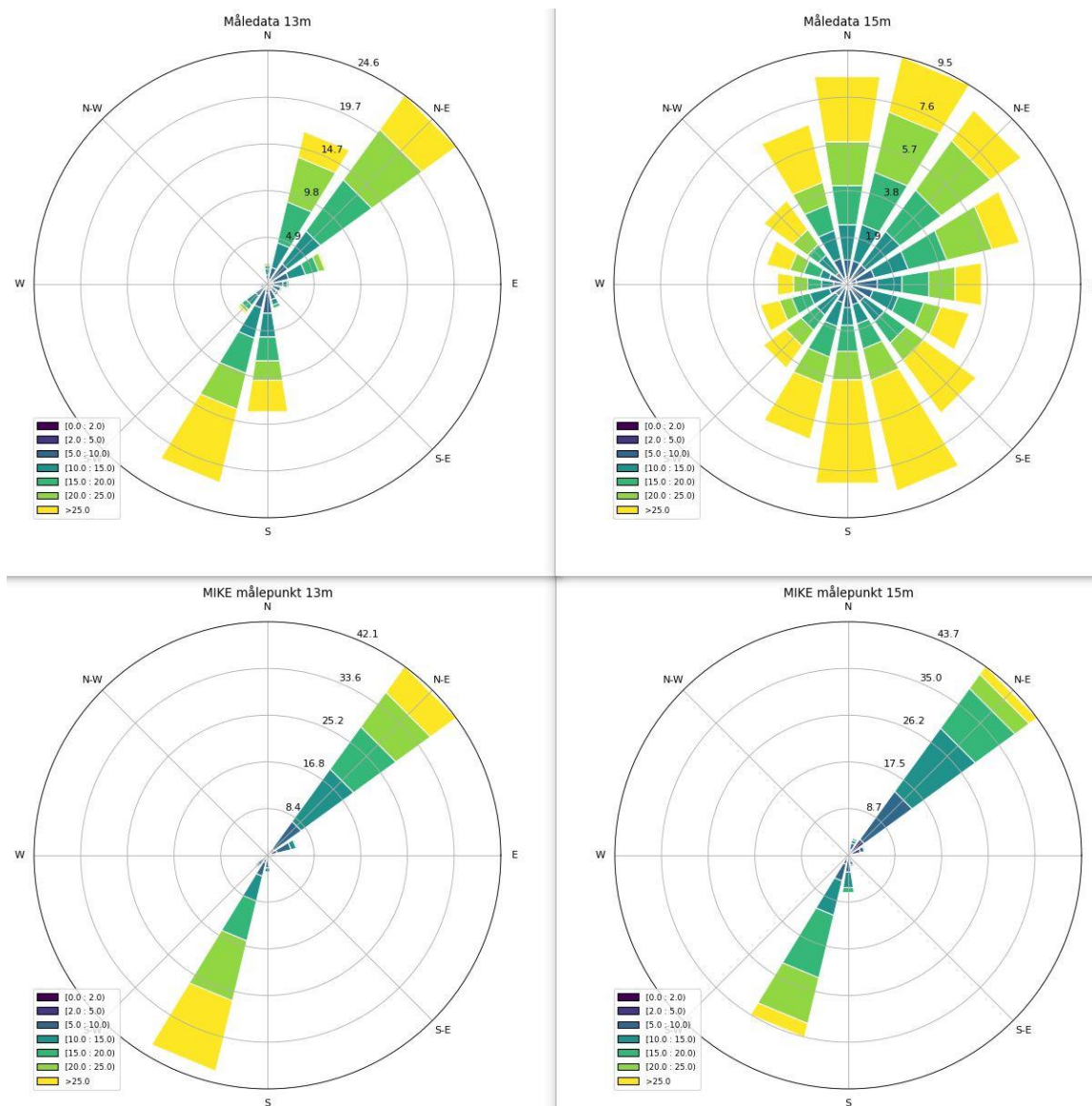


Figur 6-1: Plasseringen til strømmåleren som var plassert ut på Ramnes

Spredningsmodellering ifm. mudring og fylling i sjø



Figur 6-2: Målt strøm på 5,9 og 11 meter oppe, modellert strøm fra samme punkt og dybde nede.



Figur 6-3: Målt strøm på 13 og 15 meter øverst, modellert strøm fra samme punkt og dybde nederst.

Tabell 6-1 Statistikk av strømdata fra Modell(MIKE, september 2023) og strømmåling (22.05.2024 til 27.06.2024).

Tabell 6-2 Statistikk ved forskjellige dyp for modell i perioden 01.09.2023 til 01.10.2023.

Model	Gj.snitt [cm/s]	Prosentilverdier [cm/s]							Max [cm/s]	St. dev [cm/s]
		5	10	20	50	90	95	99		
5m	18.1	2.6	4.3	7.8	18.1	31.4	35.2	41.0	50.6	10.2
9m	17.9	2.9	4.9	8.5	17.8	30.3	33.8	39.5	48.7	9.6
11m	17.9	3.1	5.0	8.7	17.8	30.2	33.5	39.1	47.8	9.4
13m	17.3	2.8	4.6	8.3	17.2	29.2	32.2	37.7	46.7	9.2
15m	13.6	2.3	3.8	6.8	13.6	23.0	25.4	29.6	37.3	7.1

Tabell 6-3 Statistikk ved forskjellige dyp for målinger utført i perioden 22.05.2024 til 27.06.2024.

Måling	Gj.snitt [cm/s]	Prosentilverdier [cm/s]							Max [cm/s]	St. dev [cm/s]
		5	10	20	50	90	95	99		
5m	9.9	2.1	3.0	4.4	8.5	18.8	21.7	26.4	32.6	6.1
9m	14.5	2.8	3.9	6.3	14.1	26.1	28.5	33.3	43.8	8.3
11m	16.7	3.2	4.8	7.8	16.6	28.9	32.2	38.5	48.4	9.0
13m	17.2	3.9	5.7	9.0	17.0	28.6	32.5	39.1	46.2	8.7
15m	21.1	5.9	8.3	11.9	20.1	34.7	40.7	53.7	76.6	10.7

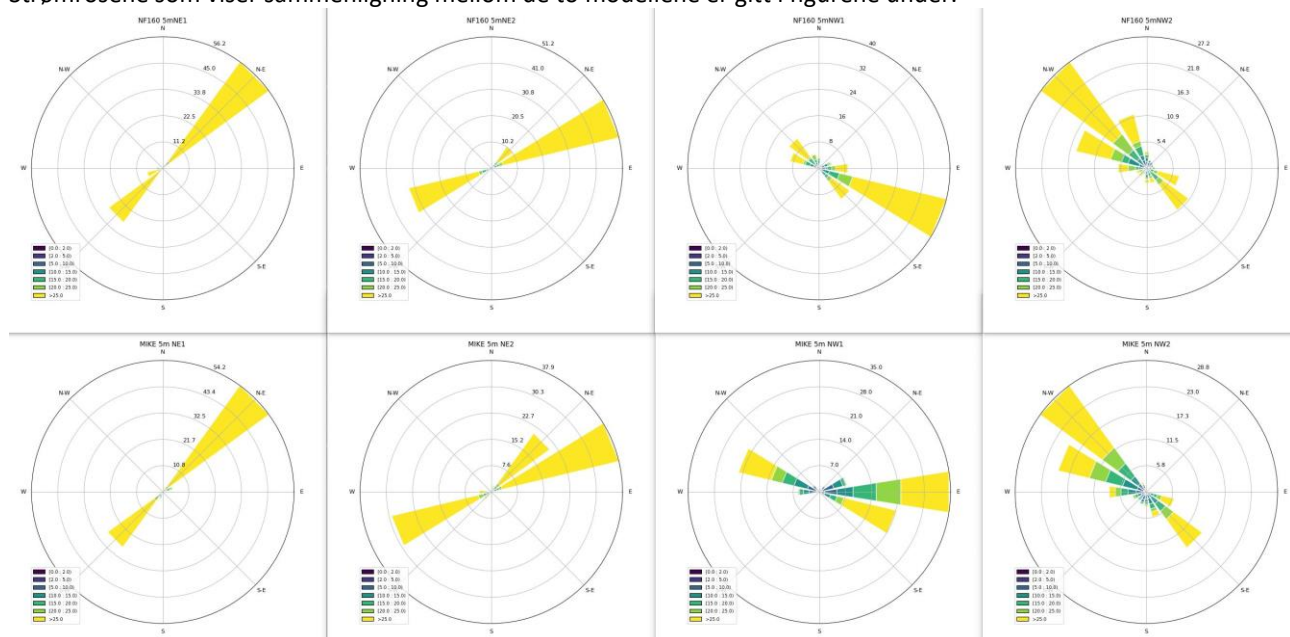
Validering mot NF160

For å se at inngangsverdiene på randene i MIKE3D samsvarer med NF160 hvor grenseverdiene hentes fra, er disse to modellene sammenlignet ved 5 meters dyp for 10 datapunkt, som vist i Figur 6-4 under. Som forventet er det meget godt samsvar mellom de to modellene ved de 9 punktene ved randene, mens samsvaret er mindre bra for datapunktet ved målepunktet, noe som er forventet da dette er midt i domenet og forskjell i oppløsning og batymetri mellom modellene har hatt god tid til å sette sin effekt på strømmen igjennom modelldomenet.

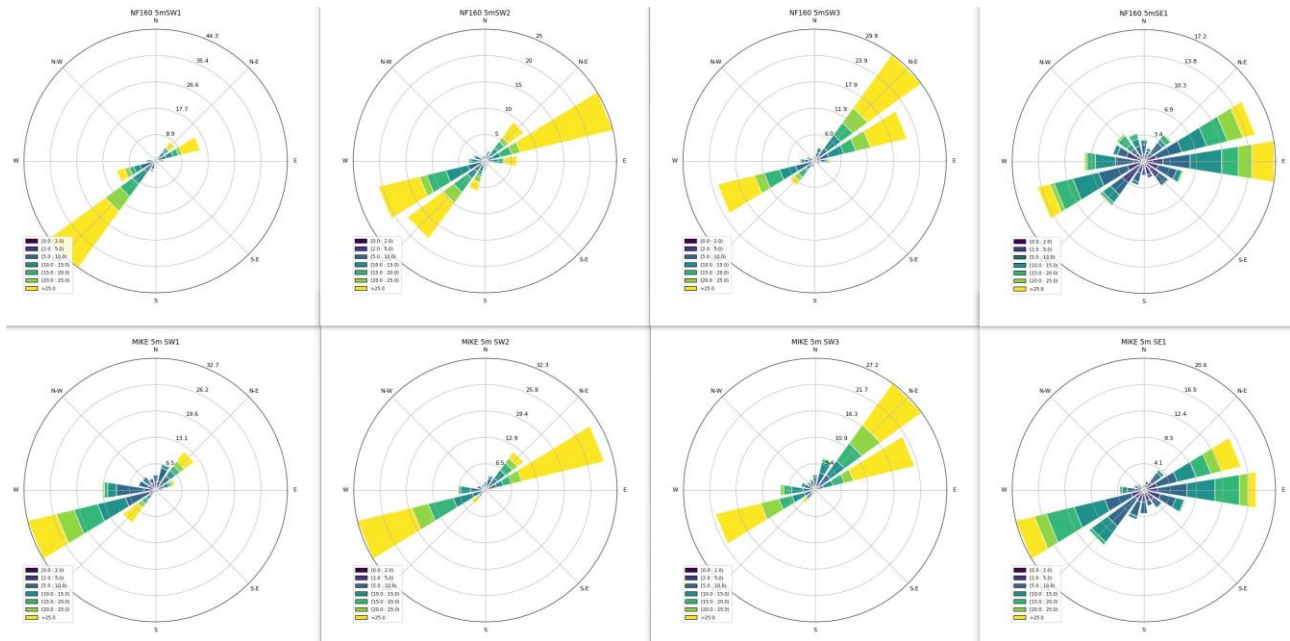


Figur 6-4: Kart over datapunkt modellene NF160 og MIKE3d sammenlignes i

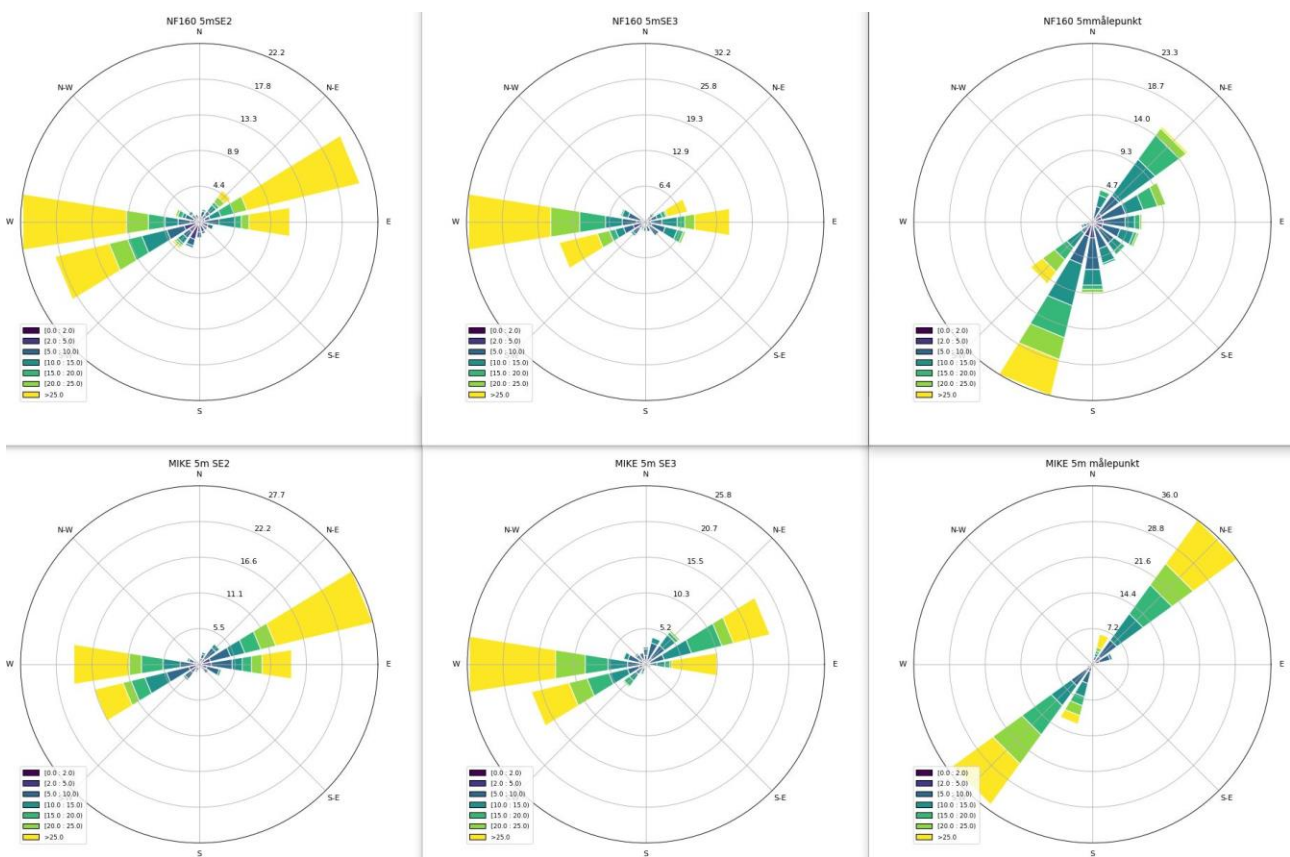
Strømrosene som viser sammenligning mellom de to modellene er gitt i figurene under.



Figur 6-5: Strømroser for de to modellene for de 4 nordligste punktene



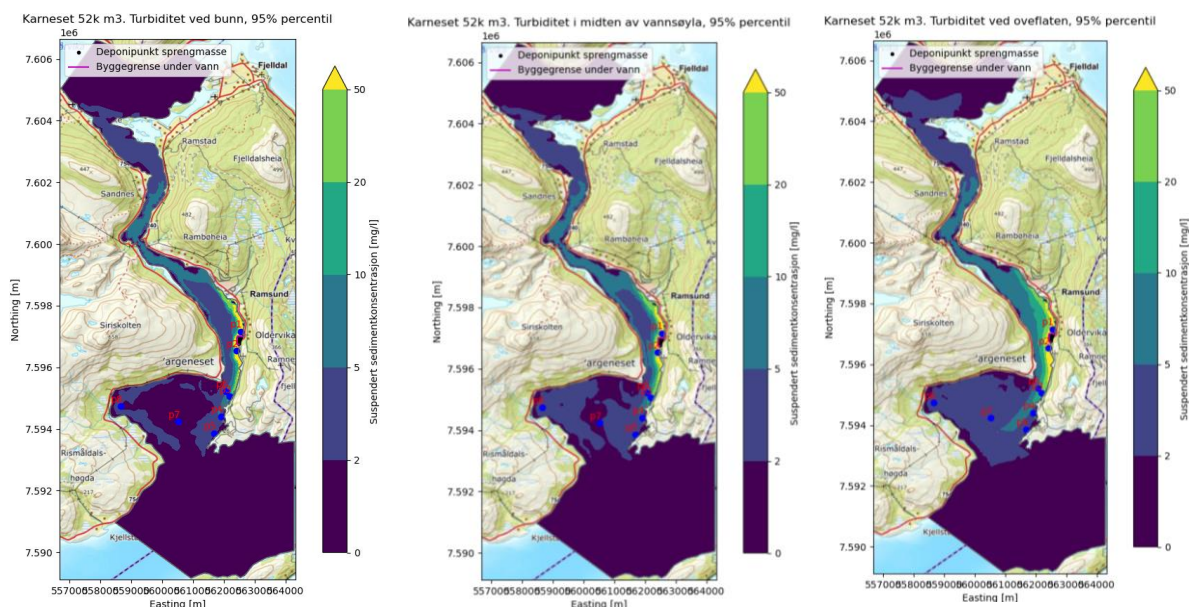
Figur 6-6: Strømroser for de to modellene for 4 av de sørligste punktene



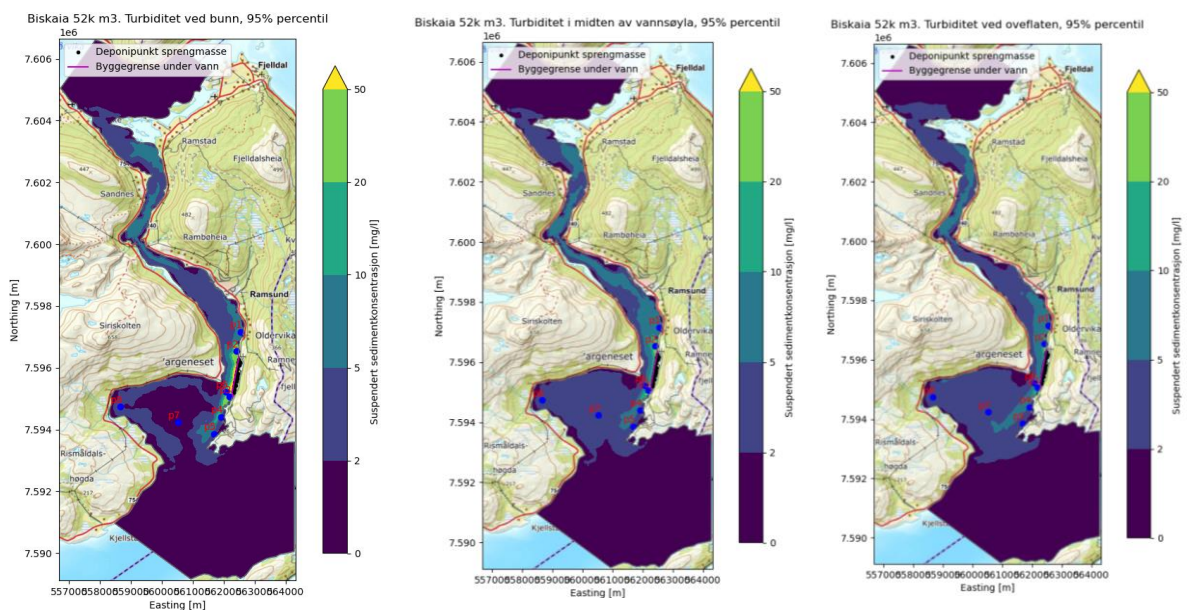
Figur 6-7: Strømroser for de to modellene for de resterende datapunktene.

Appendiks B Konsentrasjon av suspendert sediment for hvert tiltaksområde

Konsentrasjon av suspendert sediment fra dumping ved bunn, i midten av vannsøyla og ved overflaten for alle fire tiltaksområdene er vist i Figur 6-8 til Figur 6-12.

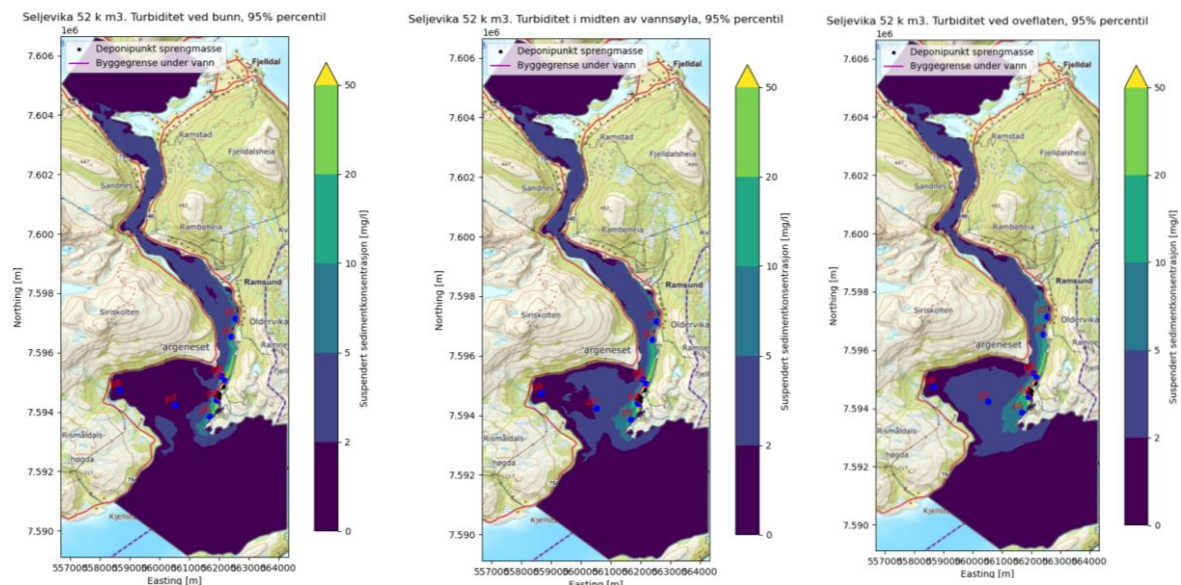


Figur 6-8: Karneset turbiditet fra dumping ved bunn, midten av vannsøyla og overflaten. 95% percentil

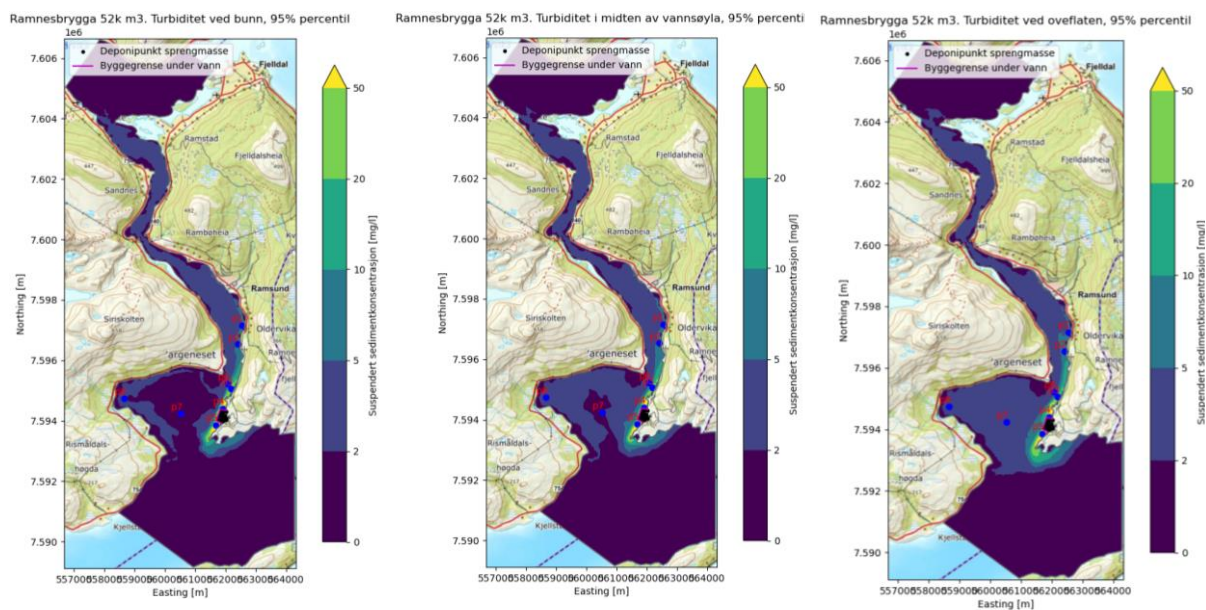


Figur 6-9: Biskaia turbiditet fra dumping ved bunn, midten av vannsøyla og overflaten. 95% percentil

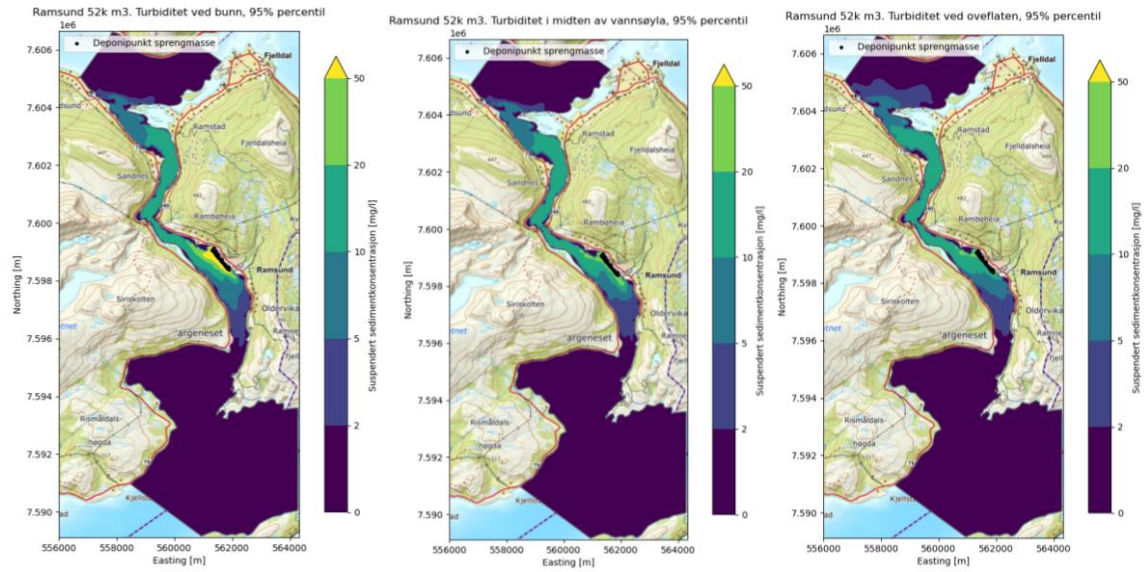
Spredningsmodellering ifm. mudring og fylling i sjø



Figur 6-10: Seljevika turbiditet fra dumping ved bunn, midten av vannsøyla og overflaten. 95% percentil



Figur 6-11: Ramneskaia turbiditet fra dumping ved bunn, midten av vannsøyla og overflaten. 95% percentil



Figur 6-12 Ramsund turbiditet fra dumping ved bunn, midten av vannsøyla og overflaten. 95% percentil